

„Ich bestimme lieber selbst, was mit meinem Geld geschieht, als es Hans Eichel zu geben“

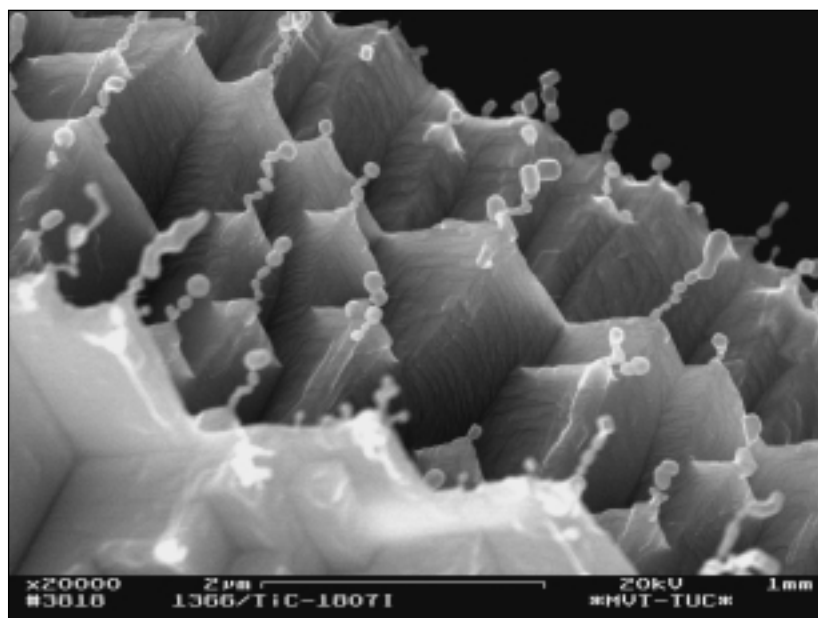
Wem wäre das nicht lieber? Und gibt er dann sein Geld nicht (nur) für Urlaube auf den Kanaren aus, sondern unterstützt, wie Ing. (grad.) Hans Dhonau, die Forschung, dann zeigt das besten Bürgersinn: „Mit Forschung kann ich trotz der hohen Löhne, die ich zahle, international konkurrenzfähig bleiben.“ (S. 11)

Alexander Stintzing schreibt in seinen Reisenotizen zu Brasilien: „Die Wahlkämpfer führen in die Armutsquartiere, verschenkten Basecaps mit ihrem Gesicht und ihrer Wahlnummer und hofften dafür gewählt zu werden. Weil in Brasilien Wahlpflicht herrscht, ging die Strategie auf, je ärmer die Leute sind, desto ungebildeter und leichter manipulierbar sind sie.“ Alexanders brasilianische Kommilitonen arbeiteten zum Broterwerb den ganzen Tag über und studierten intensiv vier Stunden. Am späten Abend genossen sie, die Stadt durchstreifend, die warmen Nächte. Lern- und Aufstiegszwiller erlebte gleichfalls der Geophysiker Professor Dr. Andreas Weller während seiner sechswöchigen Gastdozentur in Vietnam: „Bei einer Bildungsmesse in Hanoi mußte ich mich mit meinen vier Buchstaben auf unsere Broschüren „Studieren in Clausthal“ setzen. Sonst wären sie in den ersten zehn Minuten weg gewesen.“ (S. 8)

Ausbildung bringt Wohlstand und Energiehunger. Der Bonner Physiker Professor Dr. Klaus Heinloth, Mitglied der Kommissionen des Deutschen Bundestages zum Schutz der Erdatmosphäre, plädierte in seinem Vortrag in der Evangelischen Studentengemeinde für die Nutzung der Kernenergie, des Hochtemperaturreaktors. (S. 12) Dr. Günter Bäuerle untersuchte die Ursprünge der Lösungs- und Gasführung im Salzstock Gorleben. Die Lösungen und Gase sind salzstockinternen Ursprungs. Sie stammen aus der Zeit der Eindunstung des zechsteinzeitlichen Meeres (270-250 Mio. a). (S. 24)

Mittelfristig muß die Erdölprospektion verbessert werden. Dazu trug Jan Witte in seiner Diplomarbeit bei. Im Süden Omans liegt, mehrere Tausend Meter unter der Erdoberfläche, Erdöl. Bohrungen erschließen aber bestenfalls nur ein 95 Millionstel eines Erdölfeldes. Im Südosten Omans liegen die gleichen von Gletschern bewegten Sandsteine, allerdings nicht erdölführend, an der Tagesoberfläche. Sie sind ein Analogon für die Erdölsuche (S. 20).

Dr. Jörg Maselli lieferte in seiner Promotion ein Konzept zur Erfassung betrieblicher Umweltkosten. Transparenz ist erste Voraussetzung für Energieeinsparungen. (S. 18)



(111) Oberfläche eines Titancarbid (TiC) Einkristalls dar, der auf ca. 2500 °C unter Ultrahochvakuumbedingungen erhitzt wurde. Die kantige Struktur auf der Oberfläche ist das Ergebnis eines Selbstorganisationsprozesses, bei dem der Kristall seine Oberflächenenergie minimiert. Die senkrecht zur Oberfläche orientierten Partikelketten bestehen aus einer Kohlenstoffhülle und TiC und sind ebenfalls Produkt eines Selbstorganisationsprozesses, dessen Mechanismus allerdings noch nicht geklärt ist. Das Bild wurde von Dr.-Ing. W. Klemm, Institut für Mechanische Verfahrenstechnik, aufgenommen. Dr. R. Souda vom japanischen Nationalen Forschungsinstitut für Anorganische Werkstoffe (NIRIM) in Tsukuba, Japan und Dr. rer. nat. J. Günster, Institut für Nichtmetallische Werkstoffe der TU Clausthal, untersuchen gemeinsam das Substrat.

Die Zeitspanne, weitere Energiequellen zu erschließen, ist knapp: „Die Spitze des Welterdölverbrauchs wird in den nächsten fünf bis zehn Jahren erreicht sein. Die Schere zwischen sinkender Förderrate bei steigender Nachfrage wird die Preise explodieren lassen“, sagt Dr. John Colin Campbell. (S. 19)

Eine andere Sicht offerierte Professor Dr. mont. Peter Reichetseder, Institut für Erdöl- und Erdgastechnik, in seiner Antrittsvorlesung: Erdöl und Erdgas seien auch weiterhin langfristig verfügbar. (S. 15)

Niedersachsen will seine Hochschulen reformieren. Das Konzil der TU Clausthal begrüßt die positiven Absichten, befürchtet aber, die politischen Mittel hierzu werden Forschung und Lehre schaden. (S. 5)

Die TU Clausthal will das Zentrum für Materialtechnik, und sie will es in Clausthal-Zellerfeld. Sie ist bereit, sich an den Baukosten angemessen zu beteiligen. Das Zentrum soll mit den Universitäten

Hannover und Braunschweig und Industrieunternehmen gemeinsam errichtet werden. (S. 6)

Am Institut für Aufbereitung und Deponietechnik wurden zwei Mühlen für die Feinstzerkleinerung gemeinsam mit einem Industrieunternehmen entwickelt. Erfolg in der Forschung braucht Beharrlichkeit und Kreativität. Zehn Jahre vergingen vom Patent bis zur breiten Einführung. (S. 45)

Bestimmen auch Sie, was mit ihrem Geld geschieht. In diesem Sinne, aber auch zweckfrei und ohne Hintertgedanken, auf daß wir in Kontakt bleiben,

herzlich, Ihr,

J. Brinkmann

Jochen Brinkmann



Im Zeitalter des Perm, vor rund 300 Millionen Jahren, maßen die größten Libellen nicht zehn, sondern bis zu 75 Zentimeter von Flügelspitze zu Flügelspitze - fliegende Drachen mit domigen Fangbeinen und scharfen Kiefern. Der Clausthaler Paläontologe Professor Dr. Carsten Brauckmann zeichnete den Entwurf, der Aachener Präparator Werner Kraus schuf in achtzehnmönatiger Arbeit das „Untier“. Vor kurzem fand es sein Domizil in der Geosammlung der Universität.

Foto: Jochen Brinkmann

RUBRIKEN

Hochschulpolitik	5
Campus	8
Forschung	18
Personalia	54
Nachrichten	58

IMPRESSUM

Herausgeber:

Der Rektor der Technischen Universität Clausthal, Prof. Dr. Ernst Schaumann (Adolph-Roemer-Str. 2A), und der Vorsitz der Vereins von Freunden der Technischen Universität Clausthal, Prof. Dr.-Ing. Ekkehard Schulz (Osteröder Straße 8), beide in 38678 Clausthal-Zellerfeld.

Verlag und Anzeigen

Media Consult Verlags GmbH
Bergstraße 60a, 38640 Goslar
Telefon (053 21) 4 15 02
Telefax (053 21) 4 15 03

Redaktion

Jochen Brinkmann, M.A.
G.-Rauschenbach-Straße 4
Telefon (053 23) 72 77 55
Telefax (053 23) 72 77 59
Dr.-Ing. Lothar Schmidt
(Betreuung der Forschungsautoren)
Graupenstraße 3
Telefon (053 23) 72 21 41
Telefax (053 23) 72 22 03
(beide in 38678 Clausthal-Zellerfeld)

TU Contact erscheint als Zeitschrift der TU Clausthal und des Vereins von Freunden der TU Clausthal. Bezugspreis (für Mitglieder im Beitrag enthalten): 6,00 DM zuzüglich Versandkosten.

DIE BUNTE SEITE DER CHEMIE

Chemische Experimente mit Supermarktprodukten vermitteln einen neuartigen Zugang zur Chemie und zugleich ein an Alltagsprodukten orientiertes Basiswissen. Das Konzept des Experimentalprogramms in Verbindung mit Methoden und Aufgabenstellungen der aktuellen physikalisch-chemischen Analytik wird vorgestellt. Es wird im Schülerlabor Clausthaler Super-Lab seit Ende November 2000 praktiziert.

Seite 36

VOM GRUNDWASSER ZUM TRINKWASSER

Die Folgen der Industrialisierung und der intensiven landwirtschaftlichen Bodennutzung hinterlassen bei der Qualität des Trinkwassers mehr als nur ihre Spuren. Daraus ergeben sich Konsequenzen für die Versorgung mit unserem wichtigsten Lebensmittel, dem Trinkwasser. Ein neues Werkzeug zur Modellierung der chemischen Reaktionen im Grundwasserleiter ermöglicht Prognosen zur Entwicklung der Grundwasserqualität.

Seite 38

VERBRENNUNGSMOTOREN MIT KURBELSCHLAUFEN-MECHANISMUS

Die Kurbelschleife wurde in der Vergangenheit aufgrund ihrer Schmierungsprobleme vorwiegend in langsamlaufenden Maschinen zur kinematischen Bewegungsumwandlung angewendet. Aktuelle Entwicklungen ermöglichen den Einsatz dieses Mechanismus in schnelllaufenden Verbrennungsmo-

toren. Solche Kurbelschleifenmotoren besitzen gegenüber konventionellen Motoren Vorteile bezüglich Baugröße, Schwingungsverhalten, Geräuschemission und Wirkungsgrad.

Seite 42

PULVERMÜHLEN

Der Airbag würde sich nicht entfalten, und die „Lila Kuh“ könnte nicht über den Bildschirm flimmern, wenn es keine Möglichkeiten gäbe, feine Pulver zu erzeugen. Am Institut für Aufbereitung und Deponietechnik wird mit der Weiterentwicklung rotationsschwingender Zerkleinerungsmaschinen ein neuer Weg zur Herstellung ultrafeiner Reaktionsprodukte und Farbpigmente beschritten.

Seite 45

LASERSENSOR ZUR MESSUNG DER VERBRENNUNGSGASE

Ein faseroptischer Lasersensor, mit dem erfolgreich der Schwefelwasserstoffgehalt heißer austretender Gase an einem Vulkan gemessen werden konnte, soll nun für die Messung der Verbrennungsgase in einem Glasschmelzofen weiterentwickelt werden. Eine Forschungskooperation mit der Firma Genthe Glas in Goslar bewilligte jetzt das BMBF.

Seite 22

ALUMINIUMNITRID-KERAMIKEN MIT NIEDRIGERER OXIDATIONSNEIGUNG

Eine Forschungspartnerschaft in der zweiten Generation: Vor über 25 Jahren promovierte Fattollah

Moztarzadeh bei Professor Dr. Hans-Walter Hennicke im Institut für Nichtmetallische Werkstoffe. Heute ist er selbst Professor und lehrt am nationalen iranischen Forschungszentrum für Werkstoffe und Energie in Teheran. Und jetzt sind seine Doktoranden Amir Maghsoudipour und Esmail Salahi in der Arbeitsgruppe von Professor Dr. Jürgen G. Heinrich, Professor Hennicks Nachfolger, zu Gast.

Seite 26

URSACHEN DER ANLAGENVERSCHMUTZUNG BEIM KOHLEEINSATZ

Eine Kennzahl, welche die Neigung einer Kohle Ascheansätze an Feuerungswänden zu bilden ausdrückt, wurde aus der Analyse von über 180 Kohlen weltweiter Herkunft gewonnen. Eine neue Apparatur kann die aus der Praxis bekannte, experimentell jedoch bislang nicht zugängliche Sinterseigenschaft einer Kohle unterhalb von 1100 Grad Celsius messen.

Seite 23

GEFÜGE METALLISCHER WERKSTOFFE BINNEN MINUTEN UMFASSEND CHARAKTERISIEREN

Mit einem neuen Beugungsverfahren werden die Phasen und Kristallorientierungen im Rastermikroskop gemessen und ihre örtliche Verteilung in Farbbildern veranschaulicht. Sie spiegeln den Herstellungsprozeß und den Einsatz von Werkstücken wider. Die Materialeigenschaften hängen stark von den Phasen und Orientierungen ab.

Seite 26

Konzip der TU Clausthal beurteilt neues NHG kritisch

Reformeifer mit Folgen für die Qualität von Forschung und Lehre

Das Konzip der TU Clausthal - einer Universität, die in jüngster Zeit ihre Reformfähigkeit mehrfach unter Beweis gestellt hat - begrüßt die Intention des Gesetzgebers, den Hochschulen mehr Autonomie zu verschaffen, stellt jedoch infrage, ob die gewählten Mittel dem Ziel zuträglich sind.

Das Konzip der Technischen Universität Clausthal verabschiedete in seiner Sitzung am 31. Januar auf Vorlage einer viertelparitätisch besetzten Kommission eine Stellungnahme zum Anhörungsentwurf des neuen Niedersächsischen Hochschulgesetzes (NHG). Gerade die TU Clausthal hat sich in den letzten Jahren immer sinnvollen Reformen nicht nur aufgeschlossen gegenüber gezeigt, sondern sie auch tatkräftig unterstützt. Beispiele wie die Teilnahme am Modellversuch Globalhaushalt, Umstrukturierungen zu interdisziplinären Fachbereichen, die Einführung innovativer Studiengangformen und international ausgerichteter Studienangebote sowie die Bemühungen um hochschulübergreifende Regelungen mit anderen niedersächsischen Universitäten durch Ab-

schluß von Kooperationen (Lüneburg, Hannover, Braunschweig) belegen dies in eindrucksvoller Weise.

So begrüßt das Konzip der TU Clausthal ausdrücklich die Bemühungen des Gesetzgebers durch eine Reform des bestehenden NHG's

- das Gesetz zu verschlanken,
- die Leitungs- und Entscheidungsstrukturen der Hochschulen zu verbessern,
- die Autonomie der Hochschulen zu stärken,
- die Einführung international ausgerichteter Studienangebote zu fördern,
- und das öffentliche Ansehen der Hochschulen zu stärken und die Gesellschaft an der Weiterentwicklung zu beteiligen.

Das Konzip der TU Clausthal gibt jedoch zu bedenken: „Diese Bemühungen dürfen jedoch nicht dazu führen, daß sich der Staat aus seiner finanziellen Verantwortung für den bildungs- bzw. wissenschaftspolitischen Auftrag der Hochschulen verabschiedet. Auch dürfen nicht in unbedachtem und aktionistischem Reformeifer (unter Nutzung positiv und modern klingender Begriffe) bewährte, den Besonderheiten ei-

ner wissenschaftlichen Hochschule entsprechende und grundlegende Strukturen verstümmelt werden.“ Das neue NHG entdemokratisiere die Hochschulen und konzentriere die Macht bei einem Präsidium, das von einem von Hochschulseite nicht legitimierten Hochschul- oder Stiftungsrat anhängig sei. Entscheidungen könnten so schneller gefaßt werden, die Qualität der Entscheidungen werde jedoch spürbar darunter leiden, weil ein Präsidium nicht über die nötigen Sach- und Detailkenntnisse verfügen könne. Das neue NHG betone einseitig wirtschaftliches Handeln gegenüber den universitären Zielen der Forschung und Lehre. Stellen für den wissenschaftlichen Nachwuchs werden als Folge des neuen NHG verringert, aber andererseits vermehrt administrative Stellen eingeführt. Eine Überführung der Technischen Universität Clausthal in eine Stiftung wird nicht befürwortet, weil eine Ökonomisierung der Hochschulen ihrem gesellschaftlichen Aufgaben nicht gerecht werde. Ein Qualitätsverlust in Lehre und Forschung würde die Folge sein. „Das internationale wissenschaftliche Ansehen niedersächsischer Universitäten steht auf dem Spiel.“ ■

Anzeige

**Anzeige
Bad Harzburg**

Film s/w

Der Senat der TU Clausthal entschied in seiner Sitzung am 13. Februar, daß Standort des Zentrums für Materialtechnik Clausthal-Zellerfeld sein soll. An den rund 60 Millionen Mark Baukosten wird die Universität sich mit einem angemessenen Eigenanteil beteiligen.

Der Bauausschuß der Universität wurde vom Senat beauftragt, Vorschläge zu unterbreiten, wo in Clausthal-Zellerfeld bestehende Gebäude genutzt oder umgewidmet, beziehungsweise neue Hallen errichtet werden können.

Die Materialtechnik hat eine Schlüsselfunktion für zukunftsweisende, lebenswichtige Technologien im Leichtbau für Fahrzeuge, in der Luft- und Raumfahrt, bis hin zur Medizin- und Kommunikationstechnik. Die niedersächsische Landesregierung will - bei Nachweis arbeitsfähiger Strukturen und Vorlage zukunftssträchtiger und fundierter Arbeitsgebiete - unter Führung der TU Clausthal mit dem Zentrum für Materialtechnik ein niedersächsisches Kompetenzzentrum auf diesem Gebiet errichten. In ihm sollen Wissenschaftler niedersächsischer Universitäten gemeinsam mit der Industrie interdisziplinär forschen.

In den letzten Monaten wurde das Konzept des Zentrums von sieben Gründungsmitgliedern, Professoren der TU Clausthal, erarbeitet. Professor Dr.-Ing. Heinz Palkowski, Institut für Metallurgie, wird die Projektgruppe Umformtechnik leiten. Die Projektgruppe von Professor Dr.-Ing. Jürgen G. Heinrich, Institut für Nichtmetallische Werkstoffe, befaßt sich mit Keramiksystemen und Komponenten keramischer Hochleistungswerkstoffe. Die Verarbeitung und

Entscheidung des Senats

Sitz des Zentrums für Materialtechnik soll Clausthal-Zellerfeld sein

Prüfung von Polymerwerkstoffen und Polymerverbunden wird der Forschungsschwerpunkt von Professor Dr.-Ing. Gerhard Ziegmann, Institut für Polymerwerkstoffe und Kunststofftechnik, sein. Die Entwicklung von Leichtmetallen, das Fügen und Beschichten für komplexe Werkstoffkonzepte ist der Fokus der Projektgruppe von Professor Dr.-Ing. Ulrich Draugelates, Institut für Schweißtechnik und Trennende Fertigungsverfahren. Der werkstofforientierten Regelung und Automatisierung von Herstellung und Verarbeitungsprozessen widmet sich die Projektgruppe von Professor Dr.-Ing. Ulrich Konigorski, Institut für Elektrische Informationstechnik. Die Werkstoff- und Bauteilprüfung unter Betriebsbedingungen ist das Arbeitsfeld der Projektgruppe um Professor Dr.-Ing. Harald Zenner, Institut für Maschinelle Anlagentechnik und Betriebsfestigkeit. Professor Dr. Wolfgang Schade, Institut für Physik und Physikalische Technologien wird neuartige miniaturisierte Laserstrahlquellen entwickeln und Adsorption und ultraschnellen Energietransfer von Molekülen auf Oberflächen untersuchen.

Das Zentrum erwartet, daß durch Mitarbeit

weiterer Fachkollegen das Ziel besonderer Exzellenz erreicht wird. An das Zentrum der TU Clausthal sollen materialtechnische Forschungsbereiche anderer Universitäten Niedersachsens angegliedert werden. Das Zentrum soll neue Kooperationsformen zwischen Universität und Industrie realisieren helfen. Dazu gehört zum Beispiel die zeitweilige Mitarbeit von Industriefachleuten in den Projektteams des Zentrums oder auch die Errichtung gemischter Projektgruppen zur Lösung befristeter Forschungs- und Transferprojekte. Das Zentrum soll durch einen industriefinanzierten Teil ergänzt werden. Unternehmen und Verbände haben bereits ihr Interesse bekundet und die Gründung einer industriegetragenen GmbH ist vorgesehen. Hierdurch soll den Unternehmen die Möglichkeit eingeräumt werden, eigene Forschungskapazitäten in unmittelbarer Kooperation mit dem Zentrum aufzubauen. Firmengründungen von Mitarbeitern des Zentrums sollen unterstützt werden. Von international agierenden Industrieunternehmen und Förderorganisationen werden derartige Kompetenzzentren bevorzugt als Kooperationspartner wahrgenommen. ■

Hochschulen bereiten Modularisierung der Studiengänge vor - bald „Bachelor“ und „Master“

Von Dieter Böhl

Neue Formen nimmt das Hochschulstudium der Zukunft an: Integrierte Module bilden die Bausteine eines jeden Studiengangs. Unabhängig von Ort und Zeit können sie zusammen getragen werden, bis es zu einer international anerkannten Abschlußprüfung reicht. Das erlaubt ein Voll- wie auch ein berufsbegleitendes Studium - in Deutschland und im Ausland. Acht deutsche Hochschulen arbeiten derzeit an diesem Konzept, eine davon ist die TU Clausthal: Im jüngsten Zwischenbericht stellt sie exemplarisch vor, wie

ein Maschinenbaustudent in einem binationalen Studiengang ohne Zeitverlust zum Doppel-Diplomabschluß kommen kann.

„Was heute hier noch wie Utopie klingt, sollte spätestens morgen Wirklichkeit sein, wenn wir weltweit wettbewerbsfähig bleiben wollen“, betonte Prof. Dr.-Ing. Peter Dietz, Leiter des Instituts für Maschinenwesen der TU Clausthal, bei der Vorlage des Zwischenberichts. „Wir“ - das ist der Studienstandort Deutschland. Um hausgemachte wie auch internationale Hürden zu überwinden, arbeiten derzeit für die Bund-Län-

der-Kommission (BLK) fünf Universitäten und drei Fachhochschulen am Projekt „Entwicklung und Erprobung integrierter modularer Studienangebote unter Einbeziehung informations- und kommunikationstechnischer Medien am Beispiel der Ingenieurwissenschaften“.

„In dieser Thematik steckt sehr viel Sprengstoff“, machte bereits vor einem Jahr der Rektor der koordinierenden TU Ilmenau, Prof. Heinrich Kern, deutlich. Das größte Problem liege darin, in Absprache mit den zuständigen Kultusministerien die unterschiedlichen Vorgaben der ▶

Bundesländer „unter einen Hut zu bringen“. Doch die Globalisierung der Wirtschaft und die enormen Veränderungen der Arbeitsinhalte zwingen die deutschen Hochschulen, ihre Bildungsangebote zu aktualisieren und umzustrukturieren. So müssen sie im Auftrag der BLK auch über international kompatible Kreditpunktesysteme und Abschlüsse wie „Bachelor“ und „Master“ brüten sowie über länder-, hochschul- und fachübergreifendes Zusammenwirken in Netzwerken. Bevor diese Hausaufgaben nicht erledigt sind, wird auch der viel zitierte „virtuelle Campus“ hierzulande keinen Durchbruch erfahren.

Als international renommierte Universität mit weltweit 30 Hochschulpartnerschaften ist der TU Clausthal die Aufgabe zugefallen, Wege zur Internationalisierung des Studiums aufzuzeigen. Dazu hat die Harzer Universität beispielhaft mit dem „Intensivstudienprogramm Maschinenbau“ zunächst die Möglichkeit eines modularisierten Vollstudiums eröffnet. Dessen Dauer wird nicht mehr über Semester sondern über Kreditpunkte nach dem „European Credit Transfer System“ (ECTS) definiert. Kernpunkte sind die semesterbegleitenden Modulprüfungen sowie die Nutzung der vorlesungsfreien Zeit für den Besuch ergänzender Lehrveranstaltungen oder für Praktika außerhalb der Hochschule. Um international unterschiedliche Lehrinhalte eines Studiengangs vergleichen zu können, werden sie nach Kompetenzfeldern bewertet. Ein solcher Vergleich des Clausthaler Diplomstudiengangs Maschinenbau mit dem Masterstudiengang „Mechanical Engineering“ an der University Cardiff (Großbritannien) hat nur geringe Abweichungen von maximal 5 Prozent ergeben. Damit ist die Grundlage für einen binationalen Studiengang geschaffen, der „schon in naher Zukunft realisiert werden soll“, so die TU Clausthal in ihrem Zwischenbericht.

Demnach besucht der Student an der TU Clausthal in den ersten vier Semestern den Diplomstudiengang Maschinenbau, nach dem Vordiplom wechselt er für ein Jahr zum Masterstudiengang „Mechanical Engineering“ an die University

Cardiff. Dazu belegt er Englischkurse, je nach Vorkenntnissen schon in Clausthal oder erst parallel zum Studium in Cardiff. Für das vierte Studienjahr geht der Studierende wieder an seine Heimathochschule, besucht dort die Lehrveranstaltungen und erarbeitet die zweite Studienarbeit. Die Diplomarbeit erfolgt im 9. Semester: Diese wird sowohl von einem Professor der TU Clausthal als auch von einem Professor der Cardiff University betreut und bewertet. Die wissenschaftliche Lösung der Problemstellung kann dabei wahlweise in Clausthal oder in Cardiff erfolgen. Spiegelsymmetrisch ist das binationale Studium auch für den englischen Studenten mit Cardiff als Heimathochschule möglich.

Alternativ können Studenten im Rahmen von Teilstudien auch nur ein bis zwei Semester lang modularisierte Studiengänge im Ausland besuchen, die zur Ergänzung oder Vertiefung der Studieninhalte an der Heimathochschule dienen. Als weitere Form kommt ein weiterbildendes Graduiertenstudium im Ausland in Frage, wenn in Deutschland erst einmal die Rahmenbedingungen für Vergabe und internationale Anerkennung eines berufsqualifizierenden Bachelor- bzw. Masterabschlusses geschaffen sind.

Die Modularisierung und Internationalisierung der Studien sowie die zunehmenden virtuellen Lehrangebote werden eine gründliche Studienorganisation voraussetzen. Dies ist eine der Folgen des neuartigen Bildungssystems, wie es im mittlerweile 3. Zwischenbericht der TU Clausthal heißt. Es erfordere nicht nur eine höhere Eigenverantwortung auf Seiten der Studierenden, sondern „auch einen höheren Beratungsaufwand für die Studienfachberater“. So müsse jeder Studierende bei einem Hochschulwechsel einen persönlichen Studien- und Prüfungsplan vorweisen, der von der Heimathochschule zu genehmigen sei. Denn bei aller Freizügigkeit in der Wahl der Fächer und des Studienablaufs soll ein straff organisiertes und damit kürzeres Studium als bisher ermöglicht werden.

*Weitere Informationen:
Prof. Dr.-Ing. Peter Dietz
Institut für Maschinenwesen
Robert-Koch-Straße 32
D-38678 Clausthal-Zellerfeld
Tel.: +49 5323 72 2270
Fax: +49 5323 72 3501*

Anzeige



Seit 1829 Hand in Hand mit der Hochschule: Die Grosse'sche Buchhandlung (links)

Ihre Fachbuchhandlung für:

Technik · Naturwissenschaften · Bergbau · Umwelttechnik

GROSSE'SCHE BUCHHANDLUNG

ADOLPH-ROEMER-STRASSE 12 · TEL. (0 53 23) 9 39 00 · FAX (0 53 23) 93 90 20

<http://www.grosse.harz.de> · e-mail: buch@grosse.harz.de

D-38668 CLAUSTHAL-ZELLERFELD

Alexander Stintzing studiert in Claus-thal Verfahrenstechnik. Im vergangenen Herbst war er für drei Monate als IAE-STE-Praktikant an der Universität von Campinas in Brasilien. Überschwärmende Lebensfreude, beeindruckende Natur, Armut, Kriminalität - ein Land der Kontraste.

„Als ich ankam, waren in Brasilien gerade Kommunalwahlen. In Brasilien herrscht Wahlpflicht. Es zieht recht heftige Nachteile nach sich, nicht wählen zu gehen. Einen Führerschein zu bekommen, ist fast aussichtslos, keinen Ausweis, kein Visum für Ausland. Daß die Brasilianer deshalb gerne zur Wahl gehen, kann ich nicht behaupten. So hatte mein Gastgeber beschlossen, seine Stimme aus Protest ungültig zu machen. Die allgemeine Einstellung ist, Politiker seien korrupt, egoistisch. Etwas abgeschwächt ist das ein Urteil, das die Brasilianer scheinbar allgemein gegenüber ihren Landsleuten haben. Mit dem Ergebnis, daß sie Ausländern mehr vertrauen als Einheimischen. Grundsätzliche Ausländerfeindlichkeit wie in Deutschland habe ich hier auch nie erlebt, nur das Gegenteil. Und das ganz massiv.“ Die Wahlkämpfer fuhren in die Armutquartiere, versenkten Essen, T-Shirts und Basecaps mit ihrem Gesicht und ihrer Wahlnummer und hoffen dafür gewählt zu werden. „Brot und Spiele. Da die Menschen wählen müssen, zeigte diese Strategie auch Erfolg. Denn leider gilt oft, je ärmer die Leute sind, desto ungebildeter sind sie und desto leichter sind sie manipulierbar“, berichtete er.

„Die Menschen waren wahnsinnig nett, freundlich und offen. Brasilianer haben eine ungeheure Energie. Manche meiner brasilianischen Kommilitonen arbeiteten tagsüber, nachts studierten sie. Claudia aus Rio arbeitete tagsüber bei Nestlé in Sao Paulo, studierte um die vier Stunden täglich und zog dann noch zwei Mal die Woche nachts mit uns Gringos umher. Woher sie die Kraft für das alles nahm, ich habe keine Ahnung. Und

wenn das normale Studium geschafft wurde, kann man ja noch Aufbaustudien oder Sprachkurse belegen.“ Ein Besuch in Rio de Janeiro: „Eine riesige Meeresbucht. Berge, die so steil und hoch sind, daß man auf einige nur mit Seil und Steigeisen kommt, unterteilen die 8-Millionenstadt in viele kleine, klar voneinander abgetrennte Viertel. Diese Berge sind Reservate unberührter Natur inmitten der Stadt und die vielen kleinen Strände geben einem manchmal das Gefühl, man wäre in einem kleinen Fischerstädtchen. Die Co-

auch einige Politiker, welche die staatlichen Universitäten privatisieren wollen. Die Begründung dafür ist extrem zynisch. Die öffentlichen Schulen in Brasilien haben mittlerweile eine sehr schlechte Qualität. Wer auf einer staatlichen Schule war, hat kaum eine Chance den Aufnahmetest an der Uni zu bestehen. Nur Abgänger der teuer zu bezahlenden Privatschulen schaffen das. Also wird argumentiert: Weil eh nur die Kinder reicher Eltern eine Uni besuchen könnten, könne man die Universitäten auch privatisieren.

Gewissermaßen wird argumentiert: Da uns ein Standbein, die öffentliche Schulbildung, verfault ist, macht es keinen Sinn, diese wiederherzustellen, wir reißen lieber auch noch heile Standbeine ein.“

Die IAE-STE-Studenten sind eine kleine, internationale Menschengemeinschaft. Eine Israelin erzählte ihm, daß in Israel erst seit wenigen Jahren in der Öffentlichkeit über die Judenvernichtung der Nazis gesprochen werde. „Als nach 1945 die Juden aus Deutschland und Europa nach Israel kamen, wurde ihnen vorgeworfen, warum sie nicht einen Aufstand gegen Hitler unternommen hätten oder ausgewandert seien. Den recht wehrhaften israelischen Juden war dieses schlicht unverständlich, und so reagierten sie mit Ablehnung und Verachtung. Die dem Holocaust entkommenden Juden trauten sich nicht mehr darüber zu reden und schwiegen lie-

ber. Angesichts der Hölle, die sie hinter sich hatten, ein psychisch wohl schwer zu bewältigendes Unterfangen.“ Alexander Stintzing erlebte, wie Serben, Kroaten und Slowenen, beim Sturz Milosevics in Serbien im fernen Brasilien zusammenhockten, um darüber zu reden und zu feiern: „Jeder sprach in seiner Sprache, sie verstanden sich problemlos. Alle sahen ihre Zukunft in der Europäischen Union. Und sie hatten große Sorgen, was passieren könnte, wenn diese Tür geschlossen bleibt.“

Sein Fazit: „Das Eintauchen in eine andere Kultur erweitert den Horizont enorm, bringt praktische Lebenserfahrung im Umgang mit neuen unbekannten Situationen und Problemen. Sprachkenntnisse werden aufgefrischt und ausgebaut, neue Kontakte und Freundschaften entstehen weltweit und last but not least - es macht Spaß!“

„Genieße das Leben!“ -

Eindrücke einer Brasilienreise



Auf weiten Touren durchs Land

pacabana ist eine der lebendigsten Strände. Touristen beobachten die schönen einheimischen Frauen, diese die Touris, die Armen beobachten die Reichen, die Reichen ignorieren die Armen. Wir waren auch auf dem Corcovado, auf dem die weltberühmte, leicht überdimensionale Jesusfigur steht. Jesus und Corcovado waren uns hold und schenkten uns bei strahlendem Sonnenschein einen so tollen Blick, daß ich mich spätestens hier in Rio verliebte. Genieße das Leben!“

Mit größter Sympathie für das südamerikanische Lebensgefühl sah er vieles recht kritisch: „Erfolgreich war die Privatisierung der Autobahnen. Die Regierung baut, verkauft sie, und die privaten Eigner sind für die Instandhaltung verantwortlich. Sind die Straßen zu schlecht, dürfen die Eigentümer keine Mautgebühren mehr verlangen. Das funktionierte gut. Es gibt aber in Brasilien

Ein Geschenk an zukünftige Studentengenerationen, etwa bis ins Jahr 6001



Auf dem Campus der TU Clausthal pflanzten am 30. März 2001 der Kanzler der TU Clausthal, Dr. Peter Kickartz, und Klaus Scheffler vom Technischen Betriebsdienst einen Mammutbaum; sein wissenschaftlicher Name, „Sequoiadendrom giganteum“.

In Deutschland steht der größte Mammutbaum auf der Bodenseeinsel Mainau. Acht Meter mißt sein Stamm im Umfang. Sequoias werden bis zu 4000 Jahre alt und wachsen heute, abgesehen von einem kleinen Gebiet in Zentralchina, bevorzugt in Oregon und Kalifornien - und nun auch auf der Hochebene des Harzes. Sequoias werden in den Heimatländern bis zu 120 Meter groß.

Ein paar Schritte von der Mensa herüberschlendern, am Fuße seines Stammes den Mittagskaffee genießen. Eine Szene aus dem Campusleben der TU Clausthal - zum Beispiel Sommersemester 4955 und folgende.

ZAHLENSPIEGEL WS 2000/2001

STUDENTEN (Stichtag: 15.November 2000)

Studenten insgesamt:	2.625	(100,0%)	Neuaufnahmen:	524	(100,0 %)
• davon weiblich:	503	(19,2%)	• davon weiblich:	128	(24,4 %)
• davon Ausländer:	518	(19,7%)	• davon Ausländer:	148	(28,2 %)

Studien-Gänge	Gesamt-zahl	weibl. Stud.	Ausländer	Neuaufnahmen
Mathematik	45	20	5	5
Informatik	312	26	65	83
Technomathematik	80	19	2	11
Wirtschaftsmathematik	72	35	14	25
Wirtschaftsinformatik	190	35	50	79
Physik/Physikalische Technologien	66	8	4	21
Chemie	199	76	31	38
Geologie	115	41	22	7
Geophysik	36	8	5	8
Geotechnik, Bergbau, Erdöl-, -gastechnik.	204	23	58	21
Wirtschaftsingenieurwesen	124	26	14	34
Metallurgie	62	7	19	12
Werkstoffwissenschaften	81	14	18	11
Glas, Keramik, Bindemittel	34	14	9	8
Kunststofftechnik	17	6	1	7
Maschinenbau	434	34	113	75
Verfahrenstechnik	200	33	22	6
Chemieingenieurwesen	121	21	27	13
Energiesystemtechnik	80	16	15	22
Informationstechnik	23	4	8	15
Umweltschutztechnik	130	37	16	23

„Der Kontrapunkt“

Unter dem Titel „Der Kontrapunkt“ lädt tz, alias Wolfgang Schütze, zu einem humoristischen Kolloquium an der TU Clausthal ein. „Aadje Ziesensis“ und

„Onkel Schorse“ besuchen das „gemütliche Bergnest“ und wundern sich über Clausthaller Eigentümlichkeiten. Ein Harzer erklärt ihnen die Welt und die Vorzü-

ge der hiesigen Universität. Und wer wollte nicht schon einmal wissen, was ihm nach diesem Leben so blüht? Ein Bericht aus der Hölle:



Alle Karikaturen des „Kontrapunkt“ zeichnete Andreas Gundermann

„erfaßt sich deshalb auch ein Herz
und sagt zum Teufel halb im Scherz:
„Kann ich denn nunmehr einmal sehen,
wie die Geschäfte hier so gehen?
Sind grad“ viel Sünder arretiert,
ich hätte gern sie visitiert!“

Der Teufel sagt mit frohen Zügen
„Es ist mir solches ein Vergnügen!“
Er führt den Gast nun, ei der Daus,
in das zentrale Sünderhaus.
In diesem ist es ziemlich enge,
und drinnen herrscht ein Mordsgedränge:
Ein Heer von Sündern, kunterbunt,
bewacht von einem Höllenhund.
Jetzt sieht man einen Sünder wandeln,
der will mit unserm Freunde handeln.
Man sieht es aber jenem an:
Das war einmal ein großer Mann,
vielleicht ein ganz berühmter Denker,
vielleicht sogar ein Staatenlenker,
kurzum, der bietet, Donnerkeil,
zehn Kilo reinstes Rauschgift feil.

Der Herr Professor schaut erschrocken
Und ist natürlich von den Socken.
Der Teufel lächelt maliziös,

er hüstelt dabei leicht nervös
und sagt: „Die Sünder führen eben
im Höllenreich ihr Gegenleben.
Sie sind verdammt, auf ewig nun
das Gegenteil von dem zu tun
was sie, als sie auf Erden lebten,
zum Daseinszwecke einst erstrebt.

Entsetzt schaut unser Freund jetzt drein
und sieht ringsum der Sünder Pein:
Selbst Staatsanwälte und Juristen
ihr Dasein in der Hölle fristen,
natürlich kriegen sie verpaßt
in einem fort verschärften Knast.
Auch müssen brummen tausend Jahre
im Kittchen alle Kommissare,
hingegen sind zum Richteramt
die Schwerverbrecher dort verdammt.

Tagtäglich zieht man an den Ohren
im Prüfungstest die Professoren,
und dabei fällt, wie könnt' es sein,
ein jeder selbstverständlich rein.

Minister, Kanzler und dergleichen
höchst ängstlich durch die Hölle schleichen,
.....“

Erhältlich bei Dipl.-Ing. Wolfgang Schütze, Robert-Koch-Straße 42, 38678 CLZ, Tel.: (0 53 23) 92 21 34, zum Preis von 14 Mark.

Gute Druckqualität zum Materialkostenpreis

Hausdruckerei - erste Adresse für Druckaufträge in der Uni

Schwarz-Weiß Druck mit Schmuckfarben bis zur Größe A4, schnell und in guter Qualität - und das Ganze zum Materialkostenpreis. Das bietet in der Hausdruckerei Lutz Wauge, Schriftsetzer und Drucker, und Michael Hoppstock, Drucker, allen Einrichtungen der Universität an. „Wir sind mit zwei modernen leistungsfähigen Heidelberger TOK Druckmaschinen und einer modernen Tageslichtkamera ausgestattet. Daher unsere gute Druckqualität“, erläutert Lutz Wauge. DIN A5-Broschüren werden automatisiert geheftet. Für DIN A4- und DIN A5-Broschüren ist eine solider Klebeinband vorgesehen. Faltblätter im Wickelfalz? „Für die Hausdruckerei kein Problem“, erklärt Lutz Wauge.

„Dafür haben wir unseren Falzautomaten.“ Die Hausdruckerei verfügt auch über einen Laminatautomaten, um Schilder herzustellen.

Zufriedene Kunden der Hausdruckerei sind die Verwaltung, die Fachbereiche, zahlreiche Institute, das Frauenbüro, das Sportinstitut, das Zentrum für Technologietransfer und Weiterbildung und die Pressestelle. „Es kann einmal geschehen, daß wir bis zum Anschlag mit Arbeit eingedeckt sind, so daß kurzfristige Termine nicht möglich sind. Daher bitte frühzeitig ansprechen. Wir tun aber unser Bestes und wollen gute Dienstleister in der Hochschule sein. Ich wünsche mir, daß alle Institute mit ihren Druckaufträgen bei uns anfragen“, sagt Lutz Wauge.

Doping-Verdacht?

Gerät ein Clausthaler Professor unter Doping-Verdacht? „The Big Konigorski“ hat mit dem Zaubermittel „Currywurst-Pommes und Gerstensaft“ als blutiger Anfänger beim Bowling in Goslar am 20. März neun Mal alle Kegel hintereinander abgeräumt. Steht nun ein Wechsel ins Profi-Lager bevor? Hoffnung jedoch auch für die TU Clausthal, ihren Star-Bowler nicht zu verlieren. „Die Dynamik des fliegenden Pins - Bowl-Vorgabe im Zustandsraum?“ - lautet der Titel einer Spezialvorlesung im Wintersemester 2002.

E-Mail-Verteiler für Clausthaler Absolventen eingerichtet!

ehemalige-bergbau@tu-clausthal.de

Für alle ehemaligen Studenten montanistischer Studienfächer der TU Clausthal und alle Freunde unseres Studienganges wurde vom Institut für Bergbau eine E-Mail-Verteilerliste im Universitäts-Rechenzentrum eingerichtet. Absicht ist, neueste Informationen aus Clausthal zielsicher, schnell und kostengünstig zu verbreiten. Dies betrifft sowohl die Hochschule allgemein als auch das Studium Geotechnik, Bergbau, Erdöl-/Erdgastechnik im Besonderen.

Andererseits werden alle Teilnehmerinnen und Teilnehmer gebeten, an einer effektiven Werbung für den Studiengang mitzuwirken, in dem Sie aus Clausthal Argumente an die Hand bekommen, in dem Sie konkret Hilfe nachfragen (z.B. Poster, Werbematerial, Vortragsunterlagen, Manpower), potentielle Studenten (Abiturienten) annonciieren oder auch nur einen Berufsinformationstag an einem Gymnasium in Ihrer Nähe bekanntgeben.

Die Liste ist über eine Registrierung am Institut für Bergbau zugänglich. Ein Archiv der bisher geschriebenen E-Mails steht unter <http://listserv.tu-clausthal.de/archives/ehemalige-bergbau.html> mit geschütztem Zugang den Teilnehmern jederzeit zur Verfügung. Bei Interesse kontaktieren Sie

Technische Universität Clausthal
Institut für Bergbau
Dipl.-Ing. Martin Schmid
Erzstr. 20
38678 Clausthal-Zellerfeld
Tel: 0 53 23-72-31 78/22 23
Fax: 0 53 23-72-37 62
E-Mail: martin.schmid@tu-clausthal.de /
ibb@tu-clausthal.de

„Ich bestimme lieber selbst, was mit meinem Geld geschieht!“

„Das Land Niedersachsen ordnete am 25. April eine Haushaltssperre an. Um so mehr freut es mich, daß Sie Herr Dhonau als Sponsor dem Institut für Metallurgie, konkret der Arbeitsgruppe von Professor Döpp, eine Mittelfrequenz-Induktionsofen-Schmelzanlage schenken.“, sagte Professor Dr. Günter Borchardt als geschäftsführender Direktor des Instituts.

Der Ingenieur Hans Dhonau, Inhaber einer Eisengießerei in Triberg im

Schwarzwald, verbindet mit diesem großzügigen Geschenk eigene Forschungsinteressen, die in Kooperation mit Professor Dr.-Ing. Reinhard Döpp durchgeführt werden. „Lieber bestimme ich selbst, wohin mein Geld geht, als es Herrn Eichel zu geben. Dann kann ich etwas Nützliches damit tun“, sagte Hans Dhonau. „Mit Forschung können wir trotz der hohen Löhne, die ich zahle, international konkurrenzfähig bleiben“, sagte Ing. (grad.) Hans Dhonau.



Ing. (grad.) Hans Dhonau (l.) mit Prof. Dr.-Ing. Günter Borchardt

Eindrücke von einem Besuch eines Landes im Aufbruch

Vietnam - fremde Sitten und große Chancen

Mit seinen Mitarbeitern im Institut für Geophysik sitzt Professor Dr. Andreas Weller in vergnügter Runde. Vor ihm eine Keksdose, Tee und Gesteinsproben. „Die habe ich aus Vietnam mitgebracht“, sagt er und reicht den silbrigglänzenden Block herüber. Schwer liegt er in der Hand. Ein Blei-Zinkerz fast ohne Nebengesteine. Vietnam ist reich an Edelmetall- und Buntmetallerzvorkommen und braucht geophysikalische Expertise. Mit dem Zusammenbruch des sowjetischen Imperiums verstummten die Kontakte zu Forschungseinrichtungen im Ostblock. Professor Weller kennt aus seiner Studienzeit an der Bergakademie Freiberg Dr. Tranh Canh. Sie sind gut befreundet und arbeiten bereits seit 1992 an geophysikalischen Verfahren zur Beurteilung der Standsicherheit von Deichen. Im überschwemmungsgefährdeten Gebiet im Delta des Roten Flusses im Norden des Landes ein wiederkehrendes Problem. Gerade kehrte er von seiner Reise als Gastdozent zurück. Sechs Wochen lang unterrichtete er vietnamesische Nachwuchswissenschaftler. Im Gespräch schildert er Eindrücke seiner Reise.

„NICHTS VON AUSSEN AUFDRÄNGEN“

„Die Menschen sind erfinderisch und gehen ihren Weg. Es wäre ganz falsch, Vietnam von außen etwas aufdrängen zu wollen. Fünfzig Prozent der 1500 vietnamesischen Studenten in Deutschland erhalten kein Stipendium, sondern zahlen selbst für ihr Studium. Kehren sie mit po-

sitiven Erfahrungen nach hause, können sie Türen öffnen für vielfältigste Kontakte wirtschaftlicher, kultureller und wissenschaftlicher Art“, sagt Professor Weller. Für die TU Clausthal nahm er an der Bildungsmesse zwölf deutscher Hochschulen in Hanoi Anfang April teil. „Die Interessierten konnten nur schubweise ins Gebäude gelassen werden, so groß ist das Interesse an einem Studium in Deutschland. Nun gilt es die Bedingungen zu schaffen, daß einige von ihnen auch den Weg nach Clausthal finden.“

VERPFLICHTUNG GEGENÜBER DER GEMEINSCHAFT ALS HÖCHSTER WERT

Professor Weller unterrichtete an der Universität für Bergbau und Geologie in Hanoi, an der Universität der alten Kaiserstadt Hue und bereitete geophysikalische Untersuchungen an Deichen in der Provinz Thai Binh vor, die im Herbst beginnen sollen. Dank seines Freundes Dr. Canh lernte er das Alltagsleben der Vietnamesen kennen:

„In der Familie regiert der älteste Sohn, wie überhaupt in der ganzen Gesellschaft traditionell eine strenge Hierarchie das Leben regelt.“ Zum Erstaunen der Vietnamesen fuhr „die Langnase“ mit dem Fahrrad zu einer Pagode in der Provinz Ha Tay und beteiligte sich spontan am Wassers schöpfen zur Bewässerung der Reisfelder.



An der Universität Hue unterrichtete Professor Weller moderne geoelektrische Verfahren in der Hydrogeologie

„Jede Familie besitzt ihren Ahnenschrein - mit zum Teil eigenartigsten Geschenken. So sah ich einmal als Geschenk für die Ahnen eine Pyramide aus Bierdosen“, erzählt Professor Weller. „Das Individuum zählt nicht viel. Der Familie samt aller Ahnen und Nachgeborenen, manchmal inklusive Ho Tshi Minhs, und der Dorfgemeinschaft weiß ein Vietnamese sich verpflichtet. So arbeiten zum Beispiel beim Hochwasserschutz alle Dorfbewohner zusammen, beschweren den Deich mit Steinen, daß er im Ernstfall nicht unterspült wird. Würde in solch sensiblen Bereichen etwas privatisiert, es könnte nicht funktionieren.“

GEMEINSAME FORSCHUNG AN DEICHEN - NEUES VERFAHREN MIT BREITEM ANWENDUNGSSPEKTRUM

Die VW-Stiftung fördert ein gemeinsames Forschungsprojekt. Die Deiche im Delta des Roten Flusses sind durch tiefliegende Termitennester gefährdet. Mit elektrischen Widerstandsmessungen sollen diese lokalisiert werden. Im Mai ist ein Besuch der vietnamesischen Wissenschaftler an der TU Clausthal geplant. „Mich interessiert die Fragestellung, weil sie nicht nur für Termitennester angewandt werden kann. Auch in der Archäologie beim Aufspüren alter Baureste und anderen ingenieurgeophysikalischen Problemstellungen wird unsere Entwicklung Anwendung finden können“, sagt Professor Weller.



„Eine Langnase“ erkundete das tägliche Leben in Vietnam

»Mit allem Drum und Dran.«

PREUSSAG

Wir haben einen aufregenden Job für Sie, falls es Sie nicht stört, dass es bei uns manchmal hoch hergeht. Dafür bieten wir Ihnen die gesamte Vielfalt eines **weltweit tätigen Touristik- und Dienstleistungskonzerns** mit 80.000 Mitarbeitern in über 500 Unternehmen und einem Jahresumsatz von rund 22 Milliarden Euro. Und mit verschiedenen Karrierewegen z. B. in unserem Kerngeschäftsfeld **Touristik**. Weltweit. Als **Trainee** lernen Sie uns in maximal zwei Jahren kennen – mit jeweils etwa sechsmonatigen Einsätzen in der touristischen Wertschöpfungskette oder in Bereichen wie Controlling, Finanzen, Revision, Rechnungswesen, Personal – wenn Sie möchten auch im Ausland. Oder Sie wählen den **Direkt-einstieg** mit fester Aufgabe bei einer unserer Konzerngesellschaften. Wir fördern Sie. Aber wir fordern auch einiges: Zum Beispiel ein gutes Hoch- oder Fachhochschulexamen mit touristischem oder kaufmännischem Schwerpunkt. Überdurchschnittliches Engagement sowie fundierte Sprachkenntnisse in mindestens zwei Fremdsprachen. Sie sollten mobil sein und offen für Herausforderungen.

Wie wächst eine Oxidhaut auf einem Metall?

Die Werkstoffforschung entwickelt Materialien, die immer höheren Temperaturen standhalten, da damit oft der Wirkungsgrad von Maschinen und chemischen Prozessen gesteigert werden kann, was durch einen niedrigeren Energieverbrauch letztendlich Portemonnaie und Umwelt schont. Keramiken sind stoß- und bruchempfindlich und kommen daher für viele Einsatzgebiete nicht in Frage. Metalle aber korrodieren stark bei hohen Temperaturen. Gibt man dem Metall Aluminium, Silizium oder Chrom hinzu, so wandern diese bei höheren Temperaturen aus dem Metall an die Oberfläche, reagieren mit dem Sauerstoff und umgeben so das Basismetall mit einer Schutzschicht aus Oxid. Sauerstoff kann nur noch stark verlangsamt durch diese Schutzschicht dringen und das Metall korrodieren. An der Verbesserung dieser Schutzschichtbildung forscht seit vielen Jahren die Arbeitsgruppe um Professor Dr.-Ing. Günter Borchardt im Institut für Metallurgie der TU Clausthal.

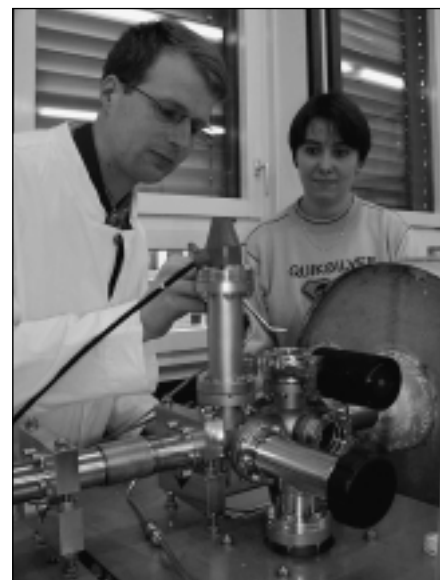
Christelle Nivot von der Université de Bourgogne aus dem französischen Dijon (Burgund) war vom 23. bis 27. April für ihre Diplomarbeit bei Dipl. Phys. Gernot Strehl zu Besuch. Sie nutzt eine selbst gebaute Versuchsanlage der Clausthaler Wissenschaftler, die Hochtemperaturoxidationsapparatur, um eine grundlegende Frage zu untersuchen: Wandern beim Wachstum der Schutzschichten die Metallatome von innen nach außen und die Haut wächst an ihrer Außenseite weiter, oder dringen die Sauerstoffatome durch die Schutzschicht in den Grenzbereich der Schutzschicht zum Basismaterial vor und treiben dort die Oxidation voran?

Sauerstoff kommt in der Natur in zwei Varianten vor. Einmal als Isotop mit der Massenzahl achtzehn und einmal mit der Massenzahl sechzehn. Chemisch sind beide ununterscheidbar. Mit einem Massenspektrometer können die beiden Varianten nach ihrem Gewicht getrennt werden. Christelle Nivot überströmt ihre Proben bei 1100 Grad Celsius zuerst mit Sauerstoff(16)-Gas und dann mit Sauerstoff(18)-Gas. Nach der zweistufigen Oxidation wird die Schicht untersucht. Mit einem Ionenstrahl werden die Proben beschossen und schichtweise abgetragen. Jede Schicht wird im Massenspektrometer analysiert. Enthält sie Sauerstoff(16)- oder Sauerstoff(18)-Atome?

Mit der Beantwortung dieser Frage kann der Transportmechanismus aufgeklärt werden. Wenn die Schutzschicht von innen nach außen wächst, indem die Metallatome durch die Schutzschicht an die Oberfläche diffundieren,

dann müßten die Schichten so aufgebaut sein: Oben eine Sauerstoff(18)-Oxidschicht, darunter eine Sauerstoff(16)-Oxidschicht. Beide Schichten wären glatt voneinander getrennt. Bleiben die Metallatome aber an Ort und Stelle, und die Sauerstoffatome dringen durch die Schutzschicht nach innen, dann wächst die frische Oxidhaut an der Grenzschicht Basismaterial zur Schutzschicht. Wenn dieser Transportmechanismus die Vorgänge steuert, dann liegt "oben" eine Sauerstoff(16)-Schicht und darunter ist eine Sauerstoff(18)-Oxidschicht.

Ist der Transportprozeß erst einmal aufgeklärt, können Strategien entwickelt werden, die fortschreitende Oxidation zu verlangsamen. "Wir wollen einige Elemente aus der Gruppe der Seltenen Erden dem Basismetall hinzugeben und dann prüfen, ob sie vielleicht die Metallatome vom Wandern an die Oberfläche abhalten können", erläutert Gernot Strehl. Mit dieser Technik könnte man dann die Oxidation verlangsamen



Dipl. Phys. Gernot Strehl und Christelle Nivot an der Clausthaler Hochtemperaturoxidationsapparatur

und so die Lebensdauer von Heizdrähten in Toastern und Haartrocknern, um zwei Beispiele aus dem täglichen Leben zu nennen, verlängern. ■

Erdöl und Erdgas im 21. Jahrhundert - Herausforderungen an die Hochschule

Antrittsvorlesung von Prof. Dr. Peter Reichetseder, Professor für "Erdgasversorgung, Erdöl- und Erdgasgewinnung" an der TU Clausthal am 15. Juni:

Hier einige seiner Thesen:

- Erdöl und Erdgas werden weiterhin langfristig verfügbar sein.
- Sie sind auch langfristig unverzichtbar, wenn es um substantielle Beiträge zur Energieversorgung der Menschen auf der Erde insgesamt geht.
- Insbesondere Erdgas hat mit seiner hohen Verfügbarkeit und seinen günstigen Umwelteigenschaften einen zunehmend wichtigen Platz im international wachsenden Energiebedarf.
- Der technische Fortschritt bei der Erdöl- und Erdgasgewinnung und der Erdgasversorgung hat in den vergangenen Jahrzehnten zu der Erschließung zusätzlicher Reserven und drastisch gesenkten Kosten geführt und gleichzeitig die Umweltauswirkungen minimiert und die Versorgungssicherheit ständig erhöht.
- Deutschland hat in einigen Bereichen bei der Erdöl- und Erdgasgewinnung und bei der Erdgasversorgung einen internationalen Spitzenplatz (Extrem abgelenkte Horizontalbohrungen (ERD), Erschließen von sehr dichten Gaslagerstätten (Tight Gas), Automatisierte Überwachung von Förderanlagen (HISS), Erdgasspeicherung, etc.) und ist daher eine sehr gute Plattform für den Einsatz und die Ausbildung von dt. Experten international und den Transfer von Technologie.
- Junge Menschen haben auf diesem Gebiet enorm große Karrierechancen, insbesondere wenn sie international interessiert sind.
- Die TUC will ihr Studienangebot auf diesem Sektor durch einen modernisierten internationalen Studiengang "Petroleum Engineering" verbessern.
- Die TUC bereitet ein modernisiertes integriertes Studium für "Petroleum Engineering" ("Erdöl- und Erdgastechnik") vor, welches auch genügend Raum für die Spezialisierung lässt.
- In Zukunft wird die internationale Komponente besonders wichtig sein, da die Industrie sowohl „upstream“ als auch Gas-Downstream besonders im Ausland ihre Wachstumsmöglichkeiten vorfindet.

Weitere Informationen:

Prof. Dr. mont. Peter Reichetseder

Institut für Erdöl- und Erdgastechnik

Leiter der Abteilung Erdöl-/Erdgasgewinnung und Erdgasversorgung

Tel.: +49-5323-72-2240

Email: Reichetseder@ite.tu-clausthal.de

Dr.-Ing. Rüdiger Alt veröffentlichte Gutenbergroman seines Vaters

„Das Unvollendete zu einem Ganzen werden zu lassen, wurde mein großer Wunsch“

„Unsere Mutter hatte das Gutenbergmanuskript vor den Bomben gerettet, und wir Kinder sprachen ehrfürchtig darüber. Ich kannte meinen Vater nur von den Erzählungen anderer. Als ich viele Jahre später mehr über ihn erfahren wollte, wurde für mich gleichzeitig seine Geschichte, die des Johann Gutenberg, interessant“, schreibt Dr.-Ing. Rüdiger Alt, Institut für Energieverfahrenstechnik und Brennstofftechnik, im Vorwort zum Roman seines Vaters. Im Jahr 1934 hatte Hans Alt das Manuskript abgeschlossen. In zehnjähriger Arbeit erstellte Rüdiger Alt während der Urlaube den druckfertigen Text und am 8. Juni 2001 wurde das Buch in der Stadtbücherei im Alten Bahnhof vorgestellt. Still in sich gekauert sitzt der Sohn und lauscht der Lesung. Mit ihrer klaren schönen Altstimme trug Roswitha Lücke Passagen vor. Frei von Pathos leiht sie mit ihrer Stimme den Phantasien Hans Alts ihre Menschlichkeit. Und wenn ihre Worte ausklangen, trugen die Gitarrenschüler und -schülerinnen Cordula Müller-Hörseljaus die Stimmung weiter. Mehrstimmige melodiose, zarte Renaissancemusik. Mal tänzersch, mal gravitätisch spazierend, in kammermusikalischer Harmonie vorgetragen von den jungen Künstlern. Was trieb Hans Alt um, Anfang der 30er Jahre, als Deutschland im Nazismus versank, seine Energie einer 500 Jahre vergangenen Zeit zuzuwenden und das Leben des Johann Gutenberg neu zu erfinden? Der Epilog deutet es an: „Über dem Himmel der Gewaltigen thront der Himmel des Geistes, der Seele. Das sind die Helden ohne Schwert. Sie streiten den Kampf gegen ihre Zeit, die eine waffenstarrende Phalanx ist. Sie bluten.

Und verbluten nicht. Aber sie tauchen in die Nichtigkeit ihrer Tage. Erst die Nachwelt erlöst sie und hebt sie auf jene Türme, die sie erbauten.“ Sebastian Haffner analysiert in seinen jüngst posthum veröffentlichten Erinnerungen den verborgenen Sinn solcher Prosa. Wer Dr. Alt sieht, glaubt in der folgenden Beschreibung Haffners, den Vater, Hans Alt, zutiefst erschreckt vom Terror, vor sich zu sehen: Er „will sich nicht durch Haß und Leiden seelisch korrumpieren, will gutartig, friedlich, freundlich, nett bleiben. Wie aber Haß und Leiden vermeiden, wenn täglich, täglich das auf einen einstürzt, was Haß und Leiden verursacht? Es geht nur mit Ignorieren, Wegsehen, Wachs in die Ohren tun, Sich-Abkapseln. „Diese Form des Abwendens habe zu einer massenhaft publizierten Idyllenliteratur geführt“, schreibt Haffner. Er fühle sich, „allmählich in aller Feinfühligkeit, Leisheit und Zärtlichkeit geradezu angeschrien von ihnen. Merkst du nicht, schrie es zwischen ihren Zeilen, wie zeitlos und innerlich wir sind? Für jeden dieser Dichter ist



Dr.-Ing. Alt dankte Roswitha Lücke.

irgendwann ein Zeitpunkt gekommen, wo es nicht mehr ging, irgendein Ereignis, das mit allem Wachs in den Ohren nicht zu überhören war, eine Verhaftung im nächsten Bekanntenkreis etwa, oder Ähnliches. Das gab dann beträchtliche Zusammenbrüche. Es sind traurige Geschichten. Die Konflikte der Deutschen im Sommer 1933 sahen ein bißchen so aus, wie die Auswahl zwischen verschiedenen seelischen Todesarten.“ Hans Alt fiel in den ersten Tagen des Krieges. Die Musik des Abends und die traumwandlerische Sprache des Romans gaben eine Ahnung, wonach er sich gesehnt haben mag.

Clausthaler Studierende der Ingenieurwissenschaften besuchten das DaimlerChrysler-Werk in Bremen

Wie aus 500 Kilogramm Stahl ein Kultobjekt entsteht

Was kann man aus rund 500 kg Stahl, anderthalb Kilometer Kabel, im Mittel etwa 6000 Schweißpunkten und 25 kg Farbe machen? Alle achtzig Sekunden rollt im DaimlerChrysler Bremen ein Mercedes-Benz der C-Klasse, jede fünf bis sechs Minuten ein Sportwagen vom Band. Wie eine solche Produktion organisiert wird, erfuhren am Freitag, den 18. Mai 50 Clausthaler Studentinnen und Studenten der Ingenieurwissenschaften. Angeboten hatte die Exkursion Professor Dr.-Ing. Uwe Bracht vom Institut für Betriebsfestigkeit und Maschinelle Anlagentechnik. Vor seiner Berufung an die TU Clausthal gehörte Professor Bracht dem technischen Planungsstab des Bremer Werkes an. So standen nicht nur eine Werksbesichtigung, sondern auch zwei Fachvorträge seiner ehemaligen Kollegen aus der Führungsetage des

Werkes, Dipl. Wirtschaftsingenieur Hartmut Schmidt-Klute und Dipl. Wirtschaftsingenieur Manfred Ziegler, auf dem Programm. Die Clausthaler Jungingenieure Dipl.-Ing. Michael Frisch und Dipl.-Ing. Jörg Ortmann waren über Praktika und Diplomarbeit zu Mercedes-Benz gekommen. Sie berichteten aus ihrem Aufgabenfeld und warben um neue Diplomanden und Doktoranden. Rund 1000 Autos werden in Bremen täglich im Drei-Schichtbetrieb montiert. 16.600 Mitarbeiter samt ihrer Familien „ernährt“ das Werk, weitere rund 150.000 Menschen leben indirekt von der Automobilproduktion in Bremen. 25 Milliarden Mark setzt das Werk pro Jahr um. Wird ein neues Modell eingeführt, kostet die Umstellung der Montagestraße zwischen 300 - 600 Millionen Mark, wie Hartmut Schmidt-Klute, verantwortlich für das Pro-

jektcontrolling, berichtete. Wie solche Projekte sicher ins Ziel gesteuert werden, davon vermittelte er einen Eindruck. Während bei der Montage des SL und SLK Roadster viel in Handarbeit montiert wird, sind bei der hohen Stückzahl von rund 800 Autos pro Tag in der C-Klasse viele Arbeitsgänge automatisiert: Vorsichtig „bugsirt“ ein Roboter das komplette Fahrzeug-Cockpit durch die Fensteröffnung in den Fahrgastraum und verschraubt es selbständig. Auch die Fenster setzt ein Roboter ein und verklebt sie. Höhepunkt der Exkursion war für viele die Mitfahrmöglichkeit auf der Teststrecke des Werksgeländes. Während es Magen und Blut der Fliehkraft folgend hinabzog, legte sich der Wagen mit hohem Tempo im dreißig Gradwinkel in die Steilkurve. Das ließ nur die Testfahrer ungertührt.

Sport, eine ausgewogene Ernährung - und nur keine Hauruckdiäten, so bleibt der Mensch fit



Privatdozentin Dr. Regina Semmler-Ludwig,
Leiterin des Sportinstituts gibt Tipps

„Durch regelmäßiges Bewegen steigern wir unseren Energieverbrauch und wirken somit dem Risiko einer Fehlernährung entgegen.“ Viele essen zu viel und das Falsche: zu viel Fett und tierisches Eiweiß. Eine ausgewogene Mischkost mit viel Gemüse, Obst, Vollkornbrot, Getreide und Reis, nannte Frau Dr. Regina Semmler-Ludwig, Leiterin des Sportinstituts als erste Grundregel einer richtigen Ernährung. Zweite Grundregel: Mehr Nährstoffe pro Kalorie! „Statt einer fettigen Bratwurst, lieber Gemüsesalat mit fettarmem Schinken oder Putenfleisch!“ Drittens: Öfter eine kleine Zwischenmahlzeit. So können Leistungstiefs am Morgen oder frühen Nachmittag vermieden werden. Wer abnehmen wolle, solle dies langfristig planen: „Von Hauruck-Diäten, bei denen mehr als ein Kilo pro Woche abgenommen wird, kann ich aufgrund des erhöhten Risikos einer Fehlernährung nur dringend abraten. Nach der Hungerzeit folgen

außerdem oft Freßattacken und im Nu sind die Pfunde wieder drauf“, warnte Dr. Regina Semmler-Ludwig. Als Faustregel für eine sportive Basisernährung wird ein erhöhter Anteil von Kohlenhydraten (ca. 60 %) bei einem Fettanteil von nicht über 25 Prozent und 15 Prozent Eiweiß empfohlen. Um einen plötzlichen Leistungsabfall während eines Wettkampfes zu vermeiden, sollte ein Sportler bereits bevor er durstig wird oder Hunger verspürt Essen und Trinken. Vor einem größeren Lauf sollte ein Sportler ca. vier Stunden vorher eine kohlehydratreiche Mahlzeit und ausreichend Flüssigkeit zu sich nehmen. Während und nach dem Laufen müßten insbesondere ausgeschwitzte Natriumionen ersetzt werden und die Kohlehydratspeicher wieder aufgefüllt werden. Besonders geeignete Sportgetränke sind Fruchtschorlen mit einem Mischungsverhältnis von 1:1 bis 1:3 während und 1:1 nach dem Ausdauertraining.

„Veteranen“ berichteten: Clausthaler Informatiker als Sicherheitsexperten, bei Softwarehäusern oder Fernsehen

Sie arbeiten in einem Software-Haus, das die komplette Zuliefererlogistik für die BMW AG organisiert, fliegen nach San Francisco oder London, um mit SUN-Entwicklern seltene Schadensfälle zu diskutieren. Die Rede ist von den Clausthaler VIPs. „Very important“ sind die „Veteranen in der Praxis“, wie sich selbstironisch das Treffen der Clausthaler Informatik-Absolventen am 19. Mai „schimpft“ sehr wohl, und zwar für die aktuelle Studentengeneration. Die Studenten lernen von den Absolventen, was im Beruf zählt, welche Studieninhalte wichtig sind. Dipl.-Inf. Ulrich Mahn: „Je länger wir im Beruf sind, desto stärker merken wir, wie wichtig die mathematischen Grundlagen, vertieft in einem Teilgebiet, sind. Angewandte Informatik ist ja in drei Jahren veraltet. Die Theorie kann ein Berufsleben halten.“ „Alle paar Wochen ruft bei uns die Kripo an und verlangt die Herausgabe der Logfiles“, berichtete ein weiterer Clausthaler Absolvent (Logfiles sind Daten die eventuell Aufschluß darüber geben können, wann, wer im Internet surfte). Laut Datenschutzgesetz dürfen wir das nicht. Die Kripo beruft sich auf das Telekommunikationsgesetz und verlangt Amtshilfe. „Hier fehlt mir als Informatiker der juristische Hintergrund“, berichtete er und schlug vor, solche Themen in einem Seminar anzubieten. Gegenthese: „Das muß sich jeder

selbst aneignen. Es kann nicht Bestandteil des Studiums sein.“ Dipl.-Inf. Norbert Luckhardt, Chefredakteur der EDV-Sicherheitszeitschrift KES, machte die Erfahrung, daß der Autor eines Gesetzes nach einigen Jahren selbst nicht mehr wußte, was er mit einer konkreten Formulierung gemeint hatte. „Um so wichtiger ist es, Studenten die aktuelle Auslegung relevanter Gesetze näher zu bringen. Es dürfte allerdings schwierig sein, für ein solches Seminar kompetente Referenten zu finden“, sagte Norbert Luckhardt. Dr. Guido Falckmeier entwickelte vor Jahren gemeinsam mit Dr. Odej Kao eine Software, die aus den Nachrichtmeldungen der Agenturen jeweils den Anfangstitel eines Sendeblocks heraus fischte. Eine erhebliche Zeitersparnis für Nachrichtenredakteure. Mit dieser Entwicklung ging er zu dem Fernsehsender RTL nach Köln. Als Projektleiter betreut er Computeranwendungen des Fernsehsenders und wurde so zu einem Medien-Insider. Ein anderer machte sich in den schwierigen Jahren 1994-95 selbständig und beschäftigt heute acht Mitarbeiter. Das Absolvententreffen der „Veteranen in der Praxis“, organisiert von Professor Dr. Klaus Ecker und Professor Dr. Wilfried Lex vom Institut für Informatik, ist frisch und motiviert. Es zeigt, welche Möglichkeiten das Studium für jeden bereithält.

E-mail aus Italien

Kürzlich erreichte unseren Honorarprofessor Dr.-Ing. Panagiotidis Adamis, er ist hauptberuflich tätig in der Forschung der Volkswagen AG in Wolfsburg, eine eMail aus Italien: „Lieber Professor Adamis, erinnern Sie Sich an mich? Ich bin Giovanni, der Student der aus Italien kommt. Wie geht es Ihnen? Mir im großen und ganzen prima. Ich hoffe, es geht Ihnen allen gut. Es tut mir leid, daß Sie so lange auf ein Lebenszeichen von mir warten mußten. Es ist sehr schwierig für mich auf Deutsch zu schreiben, ich habe immer Angst Fehler zu machen. Es scheint mir unmöglich daß fünf Monate schon vergangen sind. Die Erinnerung an Clausthal ist mir teuer, ich habe dort ein wunderbares Semester verbracht. Das kleine Bergisdorf ist nicht so interessant, aber Sie sind sehr liebevoll mit mir gewesen. Wahrscheinlich kommt ein Kollege von mir im nächsten Semester mit dem Erasmus-Programm nach Clausthal Ich habe viel Werbung für Clausthal gemacht, ich möchte nicht der einzige sein, der diese Erfahrung gesammelt hat! Zwei Mal pro Woche lerne ich Deutsch beim Goethe-Institut, und jedes Mal träume ich, in Clausthal zu sein.“

Professor Dr. Klaus Heinloth:

„Sichere HTR-Kernreaktoren können eine wesentliche Rolle einnehmen“

Energiepolitik im 21. Jahrhundert

Wieviele Energie werden wir im 21. Jahrhundert benötigen? Welche Energiequellen werden hierfür in ausreichendem Maße zur Verfügung stehen? Fossile Brennstoffe, Kernenergie oder erneuerbare Energien? Welchen Weg der Energieversorgung kann, welchen Weg wird die Menschheit wählen? Diesen Fragen widmete sich Professor Dr. Klaus Heinloth in seinem Vortrag in der Evangelischen Studentengemeinde der TU Clausthal am 17. Januar. Der Bonner Physiker war Mitglied beider Enquete-Kommissionen des Deutschen Bundestages "Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre". In seinem Vortrag skizzierte er vor dem Hintergrund der globalen Entwicklungen Fragen deutscher und europäischer Energiepolitik.

In Deutschland, ebenso in Europa insgesamt, werde die Bevölkerungszahl voraussichtlich zwischen zehn bis zwanzig Prozent sinken, weltweit jedoch noch ansteigen. Technisch ermöglichte Energieeinsparung werde, durch erhöhten Energiekonsum, in Deutschland und Europa ausbalanciert, weltweit sei mit einem wachsenden Energiebedarf zu rechnen. Professor Heinloth: "Die fossilen Energien werden in einem schmalen Zeitfenster (50 - bis maximal einige Hundert Jahre) knapp und dann zur Neige gehen. Die Nutzung erneuerbarer Energien ist in Deutschland teuer, Sonnen- und Windenergie stehen zeitlich nur sehr begrenzt zur Verfügung." Eine Speicherung sei extrem aufwendig und daher nicht realisierbar. Folglich bliebe für die Stromerzeugung im großen Umfang nur die sichere Kernenergie-

technologie des Hochtemperaturreaktors. Uranlagerstätten an Land böten eine Reichweite von einigen Tausenden von Jahren, im Meerwasser von einigen 10.000 Jahren. Solarthermische Kraftwerke mit Hochtemperatur-Wärmespeichern zur Stromerzeugung rund um die Uhr könnten nur in den äquatornahen Trockenzonen installiert werden. Für Deutschland sei daher nur ein Import des so erzeugten Stroms aus Nordafrika möglich.

Leichtwasserreaktoren heutiger und auch der geplanten neuen, wesentlich sicheren Bauweise besäßen das Restrisiko eines GAUS. Die Bersthülle des Kraftwerkes könne im Notfall auch nach einem Abschalten aufgrund nicht abgeführter Nachwärme bei einem Brand zerstört werden und so Radioaktivität in die Umwelt gelangen. Professor Heinloth: „Von inhärent sicherer Bauart ist aber der Hochtemperaturreaktor. Bei ihm sorgen die Naturgesetze dazu, daß es weder zu einer nuklearen Kettenreaktion noch zu der gefürchteten Nachwärmereaktion kommen kann. Ein großer Unfall ist unmöglich.“

Die HTR-Technologie habe bereits im Jahr 1955 Edward Teller vorgeschlagen. Teller meinte, man könne der Bevölkerung nicht auf Dauer das Risiko eines großen Unfalls zumuten. Der Ansatz sei von der Industrie zunächst nicht weiter verfolgt worden, weil die Entwicklung des Leichtwasserreaktors schneller und billiger zu verwirklichen war. Als der Jülicher Hochtemperatur-Forschungsreaktor Mitte der siebziger Jahre betriebsbereit gewesen sei, habe die Industrie das Projekt torpediert. Es seien nicht nur die Grü-

nen, die mit ihrer irrationalen Angst die vernünftige Nutzung der Kernenergie verhindert hätten.

Leichtwasserreaktoren sollten nun in Deutschland nach 32 Betriebsjahren abgeschaltet werden. In den USA werde die Laufzeit soeben von vierzig auf sechzig Jahre heraufgesetzt. Deutschland werde, weil anders kein Ersatz möglich sei, in Zukunft billigen Kernenergiestrom aus West- und Osteuropa importieren. Gegenwärtig plane Südafrika und China in einem Konsortium den Hochtemperaturreaktor. Das Konzept hierzu entspräche exakt der Jülicher Bauart.

Viele setzten ihre Hoffnung heute auf die Energiegewinnung aus Biomasse. Dies sei, ebenso wie die Hoffnung einer Lösung der Energiefrage durch Wind- und Sonnenenergie, eine irri- ge Vorstellung. Aufgrund der vom Menschen erzeugten Klimaveränderungen seien die Wüsten in den letzten Jahrzehnten beträchtlich gewachsen. Ein Ende des Vordringens der Wüsten sei nicht in Sicht. In fünfzig Jahren könnte - bei steigender Weltbevölkerung - die landwirtschaftlich kultivierbare Fläche gerade ausreichen, um die Ernährung sicherzustellen. Keinesfalls sei aber genug landwirtschaftlich nutzbare Fläche für den zusätzlichen Anbau nachwachsender Rohstoffe vorhanden.

Weitere Informationen:

eMail: heinloth@physik.uni-bonn.de

Veröffentlichung: Klaus Heinloth, *Die Energiefrage - Bedarf und Potentiale, Nutzung, Risiken und Kosten*, 559 S., DM 42.-, Vieweg 1997

Kompaß zur Integration von Umweltkosten in die Unternehmensstrategie

Methodische und begriffliche Klarheit - Fallstudie für Golf-Tank erfolgreich

Nur derjenige, der die Kostenstruktur seines Unternehmens klar überblickt, kann gezielt Maßnahmen ergreifen, um durch Leistungsverbesserungen die Effizienz zu erhöhen und die Kosten zu reduzieren. Bislang ist in vielen Firmen das betriebliche Rechnungswesen nicht in der Lage, die Umweltkosten und die sie verursachenden Kostentreiber klar auszuweisen. Sie sind in vielen Fällen in den Gemeinkosten versteckt und gehen unter. Der Claustha-

ler Volkswirt Jörg Maselli schafft hier mit seiner Dissertation „Integration von Umweltkosten in das Kostenmanagement“ begrifflich und methodisch Klarheit.

In Zusammenarbeit mit der Volkswagen AG wurden die methodisch-begrifflichen Ansätze der Doktorarbeit am Beispiel der Umweltkosten des Golf-Tanks erprobt. In mehreren Szenarien werden Optionen eröffnet, die Kosten zu senken und gleichzeitig ein Plus für die Umwelt zu erreichen.

Konkret: Die Energie- und Stoffflüsse und die Abfallentsorgungskosten, die mit der Herstellung des Tanks verbunden sind, können bei einer Reduzierung der Menge des eingesetzten Werkstoffs reduziert werden.

Die Ergebnisse in Kürze: Bei nachgeschalteten, sogenannten End-of-Pipe Technologien ist eine Kostenerfassung der Umweltkosten einfach. Sie liegen getrennt zu den Produktionskosten vor. Zunehmend gehen Unternehmen aber zu Techno- ►

logien über, die den Umweltschutz bereits in den Herstellungsprozess integrieren. Welche Kosten gehören zur Produktion, welche zur Schadstoffvermeidung? Die Heranziehung von Referenztechnologien ohne produktionsintegrierten Umweltschutz schafft Klarheit. Detailliert weist der Autor nach, wo die bisherigen betriebswirtschaftlichen Konzepte zur Integration von Umweltkosten in das Kostenmanagement Schwachpunkte aufweisen und entwickelt Vorschläge, diese Transparenz im Unternehmen zu erzeugen. Dr. rer. pol. Jörg Maselli erfasst begrifflich ebenso nicht werterhöhende Ressourceneinsatzkosten und Kosten der Produktverantwortung (Produkthaftungsgesetz).

Übersteigen die Umweltkosten ein bestimmtes Niveau, dann ist es für die Neukonzeption von Produkten (Target Costing) und für die allgemeine Geschäftsstrategie (Balanced Scorecard) sinnvoll, folgende Fragen zu beantworten:

Aus der Kundenperspektive: Ist die Umweltverträglichkeit der Produkte für einen bestimmten Prozentsatz der Kunden ein wichtiges Motiv zum Produktkauf?

Aus interner Perspektive – der Prozeßgestaltung und -verbesserung: Ist die Leistungserstellung im Unternehmen mit signifikanten Umweltwirkungen verbunden? Was für Auswirkungen durch potentiell mögliche Störfälle sind zu befürchten?

Faktor Mensch: Inwieweit sind Störfälle in der Vergangenheit auf menschliches Versagen zurückzuführen? Gibt es einen Zusammenhang von Mitarbeiterqualifikation und effizientem Ressourceneinsatz im Unternehmen?

Mit diesen Informationen kann die firmeninterne Suche nach der Schnittmenge von ökologischen Vorteilen, die zugleich ökonomische Vorteile bergen, erfolgreich in Gang gesetzt werden. Die Arbeit von Dr. rer. pol. Jörg Maselli liefert den Kompaß hierzu.

Die Doktorarbeit wurde am Clausthaler Umwelttechnik Institut GmbH unter wissenschaftlicher Leitung von Frau Professor Dr. Heike Y. Schenk-Mathes, Institut für Wirtschaftswissenschaft der TU Clausthal, und Professor Dr.-Ing. Michael Jischa, Institut für Technische Mechanik der TU Clausthal, angefertigt.

Sie ist in der Schriftenreihe der Clausthaler Umwelttechnik-Institut GmbH erschienen und unter der ISBN 3-89720-479-7 erhältlich:

Maselli, Jörg: Integration von Umweltkosten in das Kostenmanagement – 1. Auflage – Clausthal: Papierflieger Verlag, 2001 (CUTEC-Schriftenreihe Nr. 51), zugl.: Clausthal, Techn. Univ., Diss., 2000

Weitere Informationen:

Dr. rer. pol. Jörg Maselli

Tel. 0175/3782614 oder Festnetz 0231 3950857

Email: joerg.maselli@gmx.de

„Die Spitze des Welterdölverbrauchs wird ein Wendepunkt der Menschheit sein“

„Was wir gegenwärtig erleben, ist nicht eine Wiederholung der Energiekrise der siebziger Jahre. Jene war politisch motiviert. Heute steigt der Erdölpreis, weil Ressourcen und Förderung schon bald nicht mehr mit der Nachfrage werden Schritt halten können. Es ist ein Erdbeben“, sagte Dr. John Colin Campbell, langjähriger Berater und Manager der internationalen Erdölindustrie, am siebten Dezember in seinem Vortrag in der Aula der Universität.

In fünf Jahren werde der Höhepunkt der Welterdölproduktion erreicht sein. Eine jährlich dreiprozentige Schrumpfung der Förderung konventionellen, leicht zu raffinierenden Erdöls, begleitet von immensen Preissteigerungen, werde die Folge sein. Manche Ökonomen erwarteten einen Zusammenbruch des Aktienmarktes. Es sei nicht auszuschließen, daß die USA versuchen würden mit militärischen Interventionen in Nahost ihre Erdölversorgung zu sichern, sagte Dr. John Colin Campbell.

Deutschland solle mit seiner Energiepolitik mit-helfen, eine Wende in der europäischen Energie-politik einzuleiten. „Windmühlen und Fahrräder setzen schon sehr gute Vorbilder, aber es gibt immer noch zu viele große Mercedes.“ Benzin und Heizöl sollten rationiert werden, um sie für wesentliche Bedürfnisse zu einem moderaten Preis verkaufen zu können, schlug Dr. Campbell vor. Ein Anreiz zum Stromsparen könnten invertierte Tarife sein. Je mehr einer verbrauche, desto mehr

solle er proportional pro Kilowattstunde Strom bezahlen. Deutschland solle aktiv die Energiepo-litik der Europäischen Union beeinflussen. Brüssel habe am vierten Oktober einen Bericht zur eu-ropeäischen Erdölversorgung veröffentlicht, der völlig an der Realität vorbeinge. Deutschland sollte just zu dem Zeitpunkt, da der Anfang vom Ende unmittelbar bestehe, die Option Kern-energie nicht leichtfertig, auf Druck der Grünen, verwerfen. Deutschland habe Kohle und Mög-lichkeiten zur Methanproduktion aus Kohlelager-stätten. Diese Industrie sollte wieder aktiviert werden. Sie könnte sich schon bald rechnen. Deutschland solle seine Bundesanstalt für Geo-wissenschaften und Rohstoffe in Hannover wie-derbeleben, sie habe in der Vergangenheit sehr gute Beiträge zu dieser Fragestellung geliefert. Deutschland solle seine Kfz-Hersteller bewegen, auf die Wasserstofftechnologie umzuschwenken, insbesondere zu Wasserstoff, der aus Sonnen-energie gewonnen wird. Es sollte alle fiskalischen Anreize, die nötig sind, vorhalten. Deutschland könnte eine Vorreiterrolle einnehmen. Es sollte seine Stärke nutzen.

Die größten Erdölfelder seien in den 1930ziger-50ziger Jahren gefunden worden und seit den sechziger Jahren würden sie erschlossen. Techni-scher und wissenschaftlicher Fortschritt habe nur bewirkt, daß wir wüßten, wie bekannte Erdölfel-der besser erschlossen werden können, und war-um wir - außer der Funde im kaspischen Meer - keine neuen großen Erdölfelder mehr finden. „Wir können heute eine Stecknadel in einem Heu-

haufen finden. Aber es bleibt eine Stecknadel. Vier konsumierten Barrel Erdöl stehen nur je ein neu entdeckter gegenüber“, beschrieb Dr. Camp-bell die Situation.

Die großen Erdölfirmen hätten, als Teil ihrer Geschäftsstrategie, stets systematisch ihre Erdöl-funde untertrieben; um sie später nach oben zu korrigieren, sagte Dr. Campbell. Eine Strategie der Marktregulierung. So sei in der Öffentlichkeit irrtümlich der Eindruck entstanden, es würde im-mer mehr Erdöl gefunden. Tatsächlich seien aber seit den sechziger Jahren keine neuen Großfunde gemacht worden. Im Quotenkrieg der OPEC En-de der achtziger Jahre seien von mehreren OPEC-Staaten die geschätzten Erdölreserven künstlich nach oben gesetzt worden. Nur so hätten sie, höhere Förderraten, gleich höheren Gewinn durchsetzen können. Der nur als panisch zu cha-rakterisierende Zusammenschluß von Erdölfir-men der letzten Jahre zeige, sie richteten sich schon heute darauf ein, in Zukunft auf einem schrumpfenden Markt handeln zu müssen. „Hun-dert Jahre leichten Wachstums, der Wirtschaft und der Weltbevölkerung, gehen zu Ende. Die Übergangsphase wird von großen Spannungen begleitet sein. Die Prioritäten müssen in Richtung Autarkie und Nachhaltigkeit verschoben wer-den“, sagte Dr. Campbell.

Der Vortrag ist als Skript in deutsch und eng-lisch, sowie als Videoaufzeichnung inklusive der Diskussion verfügbar:

<http://www.geologie.tu-clausthal.de/Campbell/>

Suche und Bewertung von Erdöl-speichergesteinen im Oman verbessert



Die zumeist ebene Wüstenlandschaft wird hier von einigen trocken gefallenen Flußrinnen (Wadis) zerschnitten, deren Wände wertvolle geologische Hinweise bieten.

In der Al-Khlata-Formation im Südosten Omans liegen Sandsteine an der Tagesoberfläche. Die gleichen Gesteine sind im Süden Omans, allerdings erdölführend, rund 2000 Meter tief unter der Erdoberfläche versenkt. Im Süden können die erdölführenden Gesteine nur punktuell durch Bohrungen erschlossen werden. Dipl.-Geol. Jan Witte kartierte im Südosten Omans charakteristische Veränderungen der Sandstein- und Tonablagerungen und lieferte für die zukünftige Erdölprospektion im Süden Omans wichtige Hinweise. Wie wurde das Material transportiert? Wie dick sind die einzelnen Gesteinsschichten? Wie sind die Gesteine zusammengesetzt? Wie schnell ändert sich die Sortierung? So konnte an diesem Aufschlußanalogon die Erdöl-suche und Bewertung von Erdöl-speichergesteinen verbessert werden.

„Die Hitze in Muscat war so groß, daß einem

das Knochenmark verbrannte, das Schwert im Schaft schmolz und die Edelsteine der Degen in Kohlestückchen verwandelt wurden“, schrieb im 14. Jahrhundert der arabische Geograph Abdul Razak über seine Reisen im Gebiet des heutigen Oman.

600 Jahre später stellt der Clausthaler Geologe Jan Witte dieses Zitat seiner Diplomarbeit voran. Auf sich allein gestellt, in der Abgeschiedenheit der Wüste des Südostens und der Berge Nordomans, in einer Gegend, in der es Wölfe, Kobras und Skorpione gibt, half er, die Bewertung von Erdöl-speichergesteinen zu verbessern.

Die Gesteine der Al-Khlata-Formation in Südoman speichern insgesamt vermutlich mehr als 3,5 Milliarden Barrel Öl (1 Barrel = 159 l). Damit stellen sie einen der wichtigsten Ölspeicher des Landes dar. So heiß es heute im Oman ist, so eiskalt war es dort im Laufe der Erdgeschichte. Mindestens drei Mal war der Süd-Oman im Permo-

Karbon, vor 350 - 250 Millionen Jahren, von mehreren Tausend Meter mächtigen Gletschern überdeckt. Dabei sind die geologischen Prozesse von damals denen heutiger Gletschergebiete, zum Beispiel in Island oder in der Antarktis, sehr ähnlich.

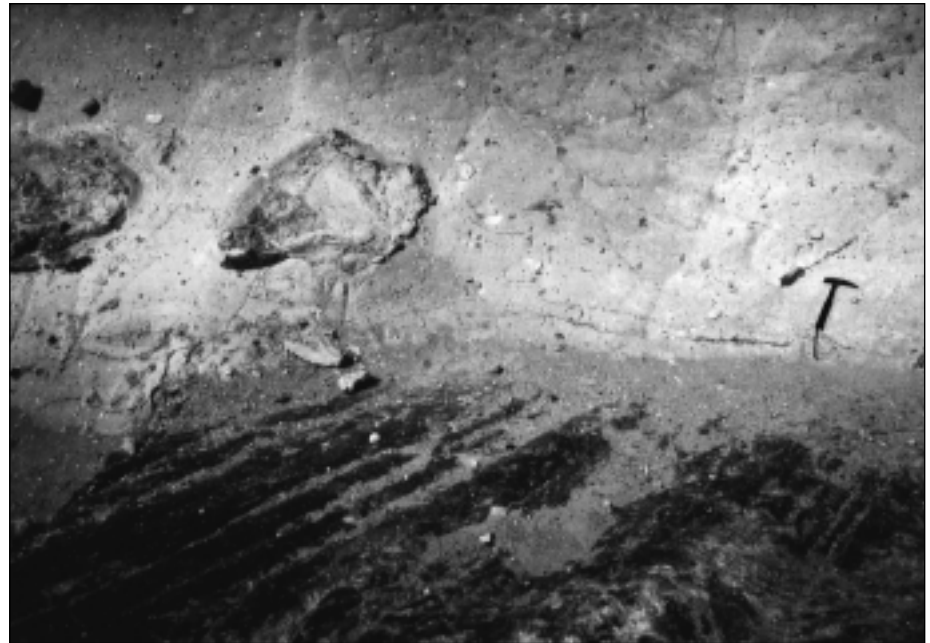
Die von den Gletschern zermahlenen und transportierten Gesteine werden zunächst als ungleichkörnige Moränen abgelagert. Schmelzwasserflüsse, die aus den Gletschern herausströmen, nehmen die Gesteinspartikel der Moränen auf und trennen durch wechselnde Transportkraft das Grob- vom Feinkorn. Genau dieser Sortierungsprozeß ist ausschlaggebend für die spätere Qualität eines Erdöl-speichergesteines. Die gut sortierten (d.h. gleichkörnigen) Sandsteine sind die besten Ölreservoirs.

Diese Sandsteine, die im Lauf der Erdgeschichte durch tektonische Kräfte in eine Tiefe von rund zweitausend Meter versenkt wurden, sind ▶

wichtige Erdöl-speichergesteine im Südoman. Geologisch problematisch sind die häufigen Wechsel von Sandsteinen grober mit solcher feiner Zusammensetzung. Von der Tagesoberfläche kann dieses „Durcheinander“ nur durch Bohrungen erahnt werden. Bohrungen erschließen aber gerade vielleicht einmal im günstigsten Fall ein 95 Millionstel eines mittleren Erdölfeldes, stellen also immer nur eine punktuelle Information dar. Bildlich gesprochen wäre es so, als sollte man einen Fingerabdruck rekonstruieren und hätte den Finger nur an einigen Stellen mit einer hyperfeinen Nadel berührt.

In der Al-Khlata-Formation im Südosten des Omans konnte Jan Witte eben diese Sandsteine an der Tagesoberfläche studieren, da sie hier durch einen glücklichen Umstand nicht tektonisch versenkt wurden. An solchen geologischen „Aufschlüssen“ hat er charakteristische Veränderungen der Sandstein- und Tonablagerungen kartiert und auf diese Weise die Anzahl von Gletschervorstößen bzw. Gletscherrückzügen bestimmen können. Zur Lösung folgender Fragen hat er wichtige Hinweise liefern können: Wie wurde das Material transportiert? Wie dick sind die einzelnen Gesteinsschichten? Wie sind die Gesteine zusammengesetzt? Wie schnell ändert sich die Sortierung?

Seine Diplomarbeit gibt der Erdölindustrie im Süden Omans wertvolle Hinweise zur Charakterisierung ihrer Lagerstätten, zur besseren Planung der teuren Bohrungen und bei Prognosen, wie die weitere Förderung sich entwickeln wird. Jan Witte wurde für seine Diplomarbeit „Sedimentologie (Fazies, Transportrichtung, Mate-



Eine geologische Besonderheit sind die zahlreichen und sehr gut erhaltenen Gletscherschrammen. An ihnen läßt sich die Fließrichtung der Gletscher ablesen. Im Bild werden sie von einem Tillit (einer Grundmoräne) überlagert

rialherkunft) und Lithologie der glazigenen Al Khlata-Formation (Permokarbon) im Rahmen der geologischen Entwicklung der südöstlichen Arabischen Halbinsel: Kartierung und Profilaufnahme in den Oman-Bergen (Nordost-Oman) und an der Huqf-Aufdomung (Südost-Oman)“ mit dem Förderpreis des Vereins von

Freunden der TU Clausthal des Jahres 2000 ausgezeichnet.

Weitere Informationen:

Dipl.-Geol. Jan Witte

Tel./Fax. 05151 - 66491

eMail: jan_witte_de@yahoo.de

Eintägiger Workshop zur 3D-Visualisierung und Simulation in der Erdöl-/Erdgasgewinnungsindustrie

Austausch der Kenntnisse zwischen Industrie und Hochschule fördern

Erdöl und Erdgas stehen der Menschheit nur in einem schmalen Zeitfenster zur Verfügung. Die Prospektions- und Explorationskosten steigen ständig. Vor diesem Hintergrund ist unmittelbar einsichtig, daß Erdölunternehmen ihr Kapital so effizient wie möglich einsetzen wollen. Ein Planungswerkzeug hierzu ist die 3D-Visualisierung und Simulation von Erdöl- und Erdgaslagerstätten. Professor Dr. mont. Günter Pusch, Institut für Erdöl- und Erdgasgewinnung und Prof. Dr. Jürgen Fertig, Institut für Geophysik, luden daher gemeinsam mit der Softwarefirma Schlumberger GeoQuest, Hannover, am dritten April zu einem eintägigen Workshop in die Aula der Universität ein. „Wir wollen den Austausch von Kenntnissen und Erfahrungen zwischen Industrie und Hochschule

mit diesem Workshop fördern“, erklärt Professor Pusch zur Zielsetzung des Seminars.

In Vorträgen und Diskussionen wurden die erforderliche Hardwareausrüstung und die Softwarewerkzeuge des Unternehmens zur Visualisierung und Simulation von Erdöl- und Erdgaslagerstätten vorgeführt und erläutert. Die räumliche Darstellung der Architektur einer Lagerstätte (in Stereo) mit ihren unterschiedlichen Sättigungszonen an Öl, Gas und Wasser erleichtert die Zusammenarbeit verschiedener Fachdisziplinen, weil die Mess- und Interpretationsergebnisse der Geophysiker (Seismik), Geologen (Stratigraphie), Petrophysiker (Gesteinsphysik) oder der Lagerstätteningenieure (Testauswertungen) dem jeweils Fachfremden sonst nur schwer zu vermitteln

sind. Auf einer Großbildprojektionswand kann die gewonnene Interpretation anschaulich vorgeführt und abgestimmt werden. Das Ergebnis dieser integrierten Bewertung ist in der Qualität besser und realistischer als die Summe der Einzelbewertungen.

Insbesondere das Arbeiten im Team und die Präsentation der Ergebnisse der Bewertungen verschiedener Lagerstätten mit diesen Werkzeugen erleichtern den Entscheidungsträgern eines Unternehmens die so mit geringerem Risiko zu tätigen Investitionen, so die zentrale Botschaft der Referenten von Schlumberger-Geoquest. Wenn damit Fehlbohrungen vermieden werden können, so läßt sich die Anschaffung der Ausrüstung schon mit den Kosten einer Bohrung amortisieren.

Der DNA auf der Spur- Analyse per Voltammetrie und Enzym

Von Kirsten Lindloff

Jährlich länger wird die Liste gentechnisch erzeugter Medikamente wie beispielsweise das Insulin oder Interferon. Zum Schutze der Gesundheit soll allerdings möglichst wenig DNA oder RNA in den biologisch hergestellten Präparaten enthalten sein. Eine quantitative Analyseverfahren, die diese Erbgutbausteine einfach und kostengünstig aufspürt, hat Dr. Stephan Reher im Rahmen seiner Promotion bei Professor Dr. Georg Schwedt, Institut für Anorganische und Analytische Chemie, entwickelt. Veröffentlicht wurden die Ergebnisse im „Fresenius' Journal of Analytical Chemistry“ (Issue 7 (2000) pp 720-726).

„Die Voltammetrie ist eine elektrochemische Analyseverfahren, die mittels Strom-Spannungskurven Aussagen über Art und Menge von gelösten Stoffen in einer Probe erlaubt“, erklärt Dr. Stephan Reher. Der Clou bei seiner Untersuchungsmethode ist der Brückenschlag zur Biochemie, indem dem Probenansatz ein Enzym hinzugefügt wird. Dieser als extrazelluläre Endonuklease *Serratia marcescens* bezeichnete Katalysator zerteilt vorhandene DNA und RNA in viele kleine Bruchstücke, die an der Meßelektrode absorbiert werden und ein ganz spezifisches Signal erzeugen. „Da viele kleine Stücke ein größeres Signal ergeben als wenige große, wird die Analyse deutlich sensibler“, erläutert Reher.

Durch diesen Ansatz gelang es nicht nur die von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) empfohlene Nachweisgrenze von 100 pg pro Dosis zu erreichen, sondern auch die von der amerikanischen Federal Drug Administration (FDA) empfohlenen 10 pg pro Dosis.

„Ohne das Enzym in der Probenvorbereitung wäre es nicht gegangen; diese Empfindlichkeit hätten wir sonst nie erreicht“, betont Professor Georg Schwedt, in dessen Arbeitskreis die vom BMBF geförderte Promotionsarbeit von Dr. Stephan Reher entstand. Im Vergleich zu anderen Verfahren, die ähnlich sensitiv DNA/RNA nachweisen können, besticht diese Form der Voltammetrie sowohl in punkto Durchführung, Kosten wie auch Zeit: „Das Verfahren ist wirklich einfach zu handhaben, man kann es in einen Koffer packen und mitnehmen und es ist von jedem Diplomand durchführbar.“ In Zahlen ausgedrückt liegen die Gerätekosten für den voltammetrischen Weg bei rund 20.000 Mark, während Massenspektrometrie mit 100.000 oder das Tre-Shold-System mit 1 Millionen Mark zu Buche schlagen. Die Einzelmessung per Voltammetrie dauert etwa 20 Minuten, ist damit vergleichsweise auch schnell gegenüber den anderen derzeit üblichen Methoden und ob der einfachen Handhabung entfallen Kosten für besonders geschultes Personal. „Der einzige kleine Nachteil ist augenblicklich noch, dass die Voltammetrie noch nicht

automatisierbar ist. Aber in zwei, bis drei Jahren wird das auch kein Problem mehr sein und ähnlich wie in der Gaschromatographie hunderte von Proben gleichzeitig automatisch messbar“, ergänzt Reher.

Video-Beitrag:

<http://www.tu-clausthal.de/presse/video/pm-voltammetrie-112000.ram>

MPEG-Download unter <http://www.tu-clausthal.de/presse/video/pm-voltammetrie-112000.mpg>

Veröffentlichung in Fresenius' Journal of Analytical Chemistry

Abstract Volume 368 Issue 7 (2000) pp 720-726

Druckversion der Dissertation "DNA-/RNA-Analytik mit voltammetrischen, potentiometrischen und optischen Methoden unter Einsatz der extrazellulären Endonuklease *Serratia marcescens*" ISBN 3-89825-030-X

Weitere Informationen:

Dr. Stephan Reher

Fraunhofer Institut für Umweltchemie und Ökotoxikologie

Auf dem Aberg 1

57392 Schmollenberg

Tel.: 02972-302-208

Fax: 02972-302-319

E-Mail: stephan.reher@gmx.de

Ein faseroptischer Lasersensor, mit dem erfolgreich der Schwefelwasserstoffgehalt heißer austretender Gase an einem Vulkan gemessen werden konnte, soll nun für die Messung der Verbrennungsgase in einem Glasschmelzofen weiterentwickelt werden. Eine Forschungsk Kooperation mit der Firma Genthe Glas in Goslar bewilligte das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF).

Die Arbeitsgruppe „Angewandte Photonik“ um Professor Dr. Wolfgang Schade, Institut für Physik und Physikalische Technologien, hat einen faseroptischen Lasersensor entwickelt, mit dem der Schwefelwasserstoffgehalt heißer Gase in sogenannten Fumerolen, die in den Kratern von Vulkanen austreten, bestimmt werden können. Im letzten Jahr bestand das System seinen ersten Praxistest bei dem Vulkan Solfatara in Italien. Nun soll dieser Sensortyp für eine neue Problemstellung weiterentwickelt werden: Bei ei-

Lasersensor wird Messung der Verbrennungsgase in einem Glasschmelzofen ermöglichen

Von der Messung an Vulkanen zur technischen Anwendung

nem Glasschmelzofen der Firma Genthe Glas in Goslar den Verbrennungsprozeß insitu und online erfassen. Das wirtschaftliche Einsparpotential einer optimierten Verbrennung wird auf rund 100.000 Mark pro Jahr und Ofen geschätzt. Über 500 Glasschmelzöfen gibt es in Deutschland.

„Herkömmliche Verfahren messen im Abgasstrom. Die Ergebnisse können durch von außen in den Kamin eingesaugte, sogenannte Falsch-

luft, verfälscht sein. Wir werden mit unserem Faser-Lasersensor direkt im Ofen messen und Temperatur und Massenströme relevanter Gase wie Methan und Sauerstoff bestimmen“ erklärt Professor Schade. Dadurch soll zukünftig eine automatisierte, stöchiometrische Prozeßsteuerung mit dem genannten Einsparpotential möglich werden.

Die hochauflösende Laser-Absorptionsspektroskopie im nahen und mittleren Infrarotbe- ▶

reich eignet sich sehr gut zum selektiven und empfindlichen Nachweis verschiedenster Molekülspezies und damit auch zur Analytik eines komplexen Gasgemisches. Der Nachteil der Methode: Eine Messung ist nur in optisch dünnen Medien, beziehungsweise solchen mit geringer Streuung möglich. Das ist aber in einem Glas-schmelzofen nicht notwendigerweise der Fall. Die Clausthaler Wissenschaftler entwickeln daher einen speziellen faseroptischen Lasersensor, der Temperaturen bis zu 1500 °C standhält. Der verwendete Lichtleiter wird so modifiziert, dass er an einer Stelle absichtlich ein „Lichtleck“ besitzt. „Wie viel Licht die Faser nun an die Umgebung abgibt, hängt von dem Verhältnis des Brechungsindex von Glasfaserkabel zum Um-

gebungsmedium ab. Das Verhältnis von Reflexionsanteil des Laserlichtes (an der Innenseite des Lichtleiters) zu den an die Umgebung abgegebenen Verlusten ändert sich je nach der gewählten Wellenlänge des Lasers und in Abhängigkeit vom umgebenden Medium. Daher kann aus Änderung der übertragenen Lichtintensität am Ende des Lichtleiters auf die Konzentration der umgebenden Gase zurückgeschlossen werden“, berichtet Dipl.-Phys. Ulrike Willer, Doktorandin in der Arbeitsgruppe „Angewandte Photonik“.

Die Entwicklung geeigneter miniaturisierter Laserlichtquellen und die notwendigen spektroskopischen Untersuchungen zur Bestimmung von Konzentrationen und Temperaturen werden von der TU Clausthal vorgenommen, die Elek-

tronikentwicklung und der Systemaufbau erfolgen durch die Firma Systektum. Erprobt wird das Meßsystem in Zusammenarbeit sämtlicher Verbundpartner bei der Firma Genthe Glas in Goslar.

Weitere Informationen:

TU Clausthal

Institut für Physik und

Physikalische Technologien

Dipl.-Phys. Ulrike Willer

Leibnizstraße 4

38678 Clausthal-Zellerfeld

Tel. 05323/72-2280

Fax: 05323/72-3600

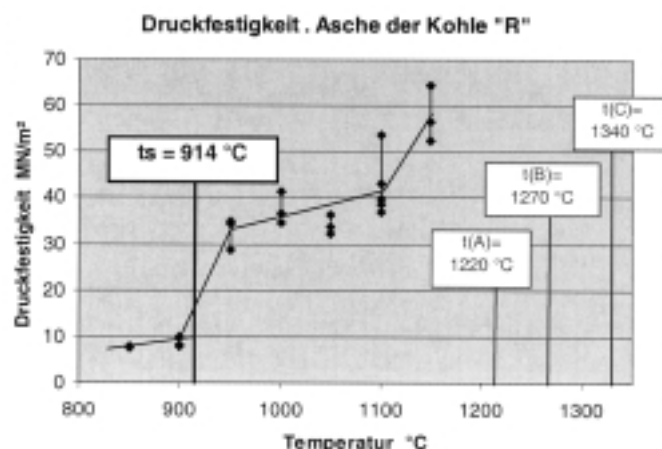
<http://www.pe.tu-clausthal.de/AGSchade/index.html>

Ursachen der Anlagenverschmutzung beim Kohleeinsatz erforscht

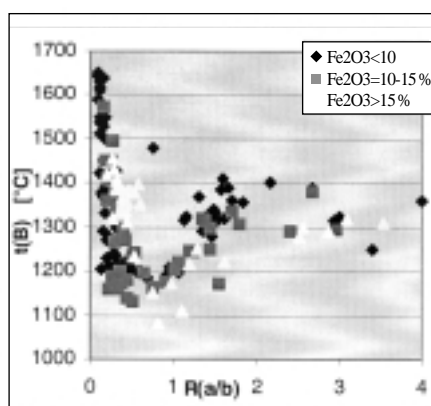
Risikoabschätzung möglich

Die Neigung einer Kohle zäh haftende Ascheansätze an Feuerungswänden zu bilden, kann erhebliche Schäden und Betriebs-schwierigkeiten in Kraftwerken anrichten. Um dies zu vermeiden und rechtzeitig entsprechende Gegenmaßnahmen anzuwenden, werden Kohlen nach solchen Eigenschaften ihrer Asche seit mehr als 50 Jahren in der Leitz-Apparatur untersucht. Diese DIN-Methode ermöglicht das Ascheschmelzverhalten zu messen und damit das Auftreten dieser unerwünschten Kohleeigenschaft erst oberhalb von 1100 Grad Celsius abzuschätzen. Aus der Praxis der modernen Stickoxid-armen Kohleverbrennungstechnik sind immer wieder Fälle bekannt, in der Ascheansätze unerwartet unterhalb von 1100 Grad Celsius gebildet wurden und große Schwierigkeiten verursachten.

Professor Dr.-Ing. Arvo Ots von der Universität Tallinn in Estland und Professor Dr.-Ing. Jacek Zelkowski, Institut für Energieverfahrenstechnik und Brennstofftechnik der TU Clausthal, haben Grundlagen zur Lösung des Problems gelegt. Sie werteten die Daten von 180 Kohlen aus der ganzen Welt aus und zeigten, welche statistischen



Die Druckfestigkeit einer Kohlenasche, gemessen in der neuen Apparatur, zeigt den aus der Praxis bekannten Anstieg der Verfestigung bereits deutlich unterhalb von 1100 Grad Celsius



Halbkugeltemperatur t(B) als Funktion des vereinfachten Basen/Säuren Verhältnisses und des eisenoxidgehaltes in der Asche. Halbkugeltemperatur = Aschepellet nimmt Halbkugelform an

$$R(a/b) = \frac{Fe_2O_3 + CaO + MgO}{SiO_2 + Al_2O_3}$$

Zusammenhänge zwischen bestimmten chemischen Komponenten einer Kohle (Calcium, Natrium, usw.) und ihrer Neigung zur Ansatzbildung bestehen und mit welcher Kennzahl (ein vereinfachtes Basen-Säuren-Verhältnis) diese unerwünschte Kohleeigenschaft am besten abzuschätzen ist.

Darüber hinaus haben die Wissenschaftler ein Konzept einer neuen Apparatur erarbeitet und erprobt, wie man eine Neigung einer Kohleasche zur Ansatzbildung bei Temperaturen unterhalb von 1100 Grad Celsius messen kann. So wird die nach DIN hergestellte Asche zu Pellets gepreßt, vier Stunden in einem Ofen bei einer bestimmten Temperatur gehalten, abgekühlt und im Anschluß die Dichte und Druckfestigkeit der thermisch behandelten Pellets gemessen. Auf diese Weise kann die Temperatur bestimmt werden, bei der eine starke Verfestigung der Kohleasche auftritt. Damit kann die aus der Praxis bekannte, experimentell jedoch bislang nicht zugängliche Sinter-eigenschaft einer Kohle unterhalb von 1100 Grad Celsius gemessen werden.

Die Deutsche Forschungsgemeinschaft ermöglichte im Rahmen des Mercator-Programms den einjährigen Forschungsaufenthalt von Professor Dr.-Ing. A. Ots an der TU Clausthal.

Die Lösungs- und Gasführung der Gorleben-Bank im Salzstock Gorleben

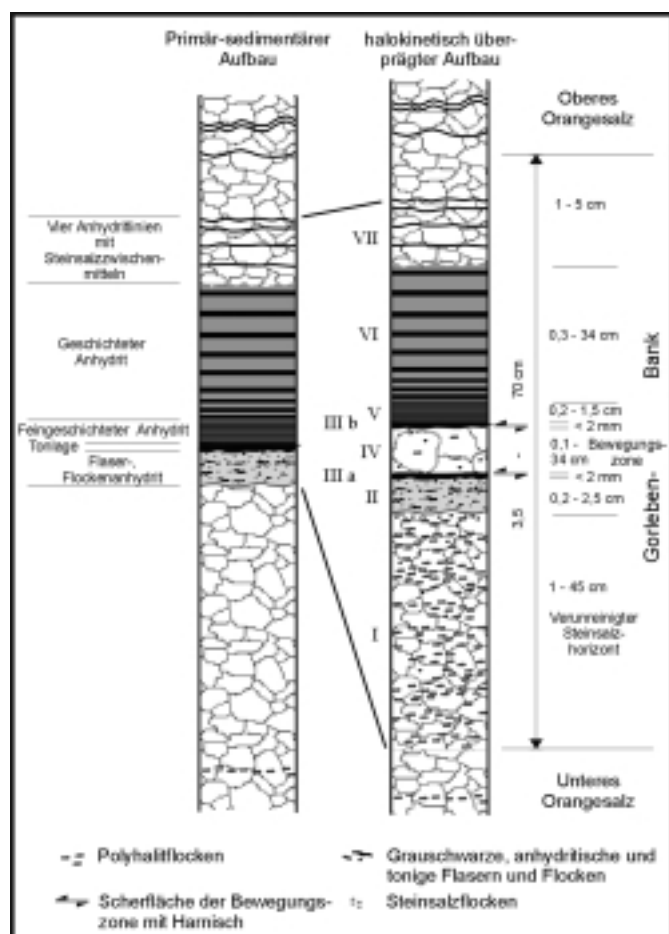


Abb. 1: Primäre und sekundäre Zonen der Gorleben-Bank

Die Lösungs- und Gasvorkommen der Gorleben-Bank sind mengenmäßig begrenzt und befinden sich in abgeschlossenen Reservoirs unter dem Druck des überlagernden Gesteins. Maßgeblichen Einfluß auf die Größe der Vorkommen hat die Mächtigkeit der Gorleben-Bank. Die Gorleben-Bank ist nur dann lösungs- und gasführend, wenn die Mächtigkeit der geschichteten Anhydritlage (Zone V bis VI) mehr als ca. 6 cm beträgt. Die analysierten Lösungen sind salzstockinternen Ursprungs.

Eine große Aufgabe unserer Zeit ist die sichere Endlagerung von radioaktivem Abfall. Weltweit werden zahlreiche Konzepte verfolgt und unterschiedliche Endlagerungsgesteine auf ihre Eignung getestet. In Deutschland werden im Salzstock Gorleben die Evaporite des Zechsteins untersucht.

für Mineralogie und Mineralische Rohstoffe.

In der Abfolge der Salzgestein ist die Gorleben-Bank ein Leithorizont im Orangesalz des Zechstein 3. Sie hat eine Mächtigkeit zwischen 3,5 bis 70 cm und weist in vollständiger Ausbildung sieben Zonen auf (Abb. 1): Zone I „Verunreinigter Steinsalzhorizont“, Zone II „Flaser-, Flockenanhidrit“, Zone III „Tonlage“, Zone IV „Bewegungszone“, Zone V „Feingeschichteter Anhydrit“, Zone VI „Geschichteter Anhydrit“ und Zone VII „Vier Anhydritlinien mit Steinsalzzwischenmitteln“.

Folgende Ergebnisse konnten zur Entstehung der Gorleben-Bank erarbeitet werden: Die Sedimentation der Gorleben-Bank fand in einem kleinen Teilbecken des ehemaligen Zechsteinmeeres statt, da der Horizont nur im Bereich der näheren Umgebung des Salzstocks Gorleben bekannt ist. Anhand der Gehalte der Spurenelemente (Brom und Strontium) konnte nachgewiesen werden, daß die liegenden

Steinsalzschieben der Gorleben-Bank als Folge einer ungestörten Eindunstung von Meerwasser entstanden sind. An der Gorleben-Bank fällt der Bromgehalt im Halit stark ab. Dieser Befund spricht für einen zechsteinzeitlichen Zufluß von Meerwasser in das Teilbecken, welcher zu einer Verdünnung des dort vorhandenen, stark eingedunsteten Meerwassers führte. Durch die danach wieder einsetzende Eindunstung kam es zur Anlage des Leithorizontes. Die Gorleben-Bank-Zonen II, III, V bis VII sind sedimentär entstanden (Abb. 1). Die Zone II ist ein Rückstandssediment, das in Folge des Meerwasserzuflusses durch partielle Auflösung eines zuvor abgelagerten Kaliflöz entstanden ist. Über Zone II folgt die Tonlage, welche eingeweht oder eingeschwemmt wurde. Die Salzgesteine der Zonen V bis VII sind durch die danach wieder einsetzende Eindunstung des verdünnten Meerwassers sedimentiert. Während der Salzstockbildung entstanden die Zonen I und IV (Abb. 1). Die immer im Bereich der Tonlage ausgebildete Bewegungszone (Zone IV) wurde bei der Auf-faltung der Schichten angelegt. Dabei drangen Lösungen von der Bewegungszone bevorzugt in die liegenden Steinsalzschieben ein. Es kam zur Bildung von sekundären Sulfaten, die die Zone I charakterisieren.

Die Auswertung der in der Gorleben-Bank angetroffenen Lösungs- und Gasvorkommen ergab, daß diese zum einen an den Leithorizont selbst und zum anderen an sekundär verheilte Klüfte und Umkristallisationsbereiche im unmittelbaren Umfeld gebunden sind. Die Vorkommen sind mengenmäßig begrenzt und befinden sich in abgeschlossenen Reservoirs unter dem Druck des überlagernden Gesteins. Im erkundeten Salzstockbereich konnten für die Gorleben-Bank auf kürzeste Entfernung primär-sedimentäre Mächtigkeitsschwankungen von 3,5 bis 70 cm nachgewiesen werden. Die Tonlage (Zone III) ist eine Schwächezone. Während der Auf-faltung zerriß, in Abhängigkeit von der Mächtigkeit der geschichteten Anhydritlage (Zone V bis VI), der Schichtverband durch Spannungsdifferenzen. Hierbei entstand die Bewegungszone (Zone IV), welche immer schichtparallel in der Gorleben-Bank verläuft (Abb. 1 u. 2). Häufig vorkommende Strömungen (Harnische) auf den Scherflächen der Bewegungszone zeugen von schichtparallelen Ausgleichsbewegungen zwischen dem Unteren und Oberen Orangesalz. Diese können bis zu mehrere Zehner-Meter betragen haben (Abb. 3). Ab einer Mächtigkeit der geschichteten Anhydritlage (Zone V bis VI) von über ca. 6 cm kam es im Laufe

der Eindunstung des verdünnten Meerwassers sedimentiert. Während der Salzstockbildung entstanden die Zonen I und IV (Abb. 1). Die immer im Bereich der Tonlage ausgebildete Bewegungszone (Zone IV) wurde bei der Auf-faltung der Schichten angelegt. Dabei drangen Lösungen von der Bewegungszone bevorzugt in die liegenden Steinsalzschieben ein. Es kam zur Bildung von sekundären Sulfaten, die die Zone I charakterisieren.

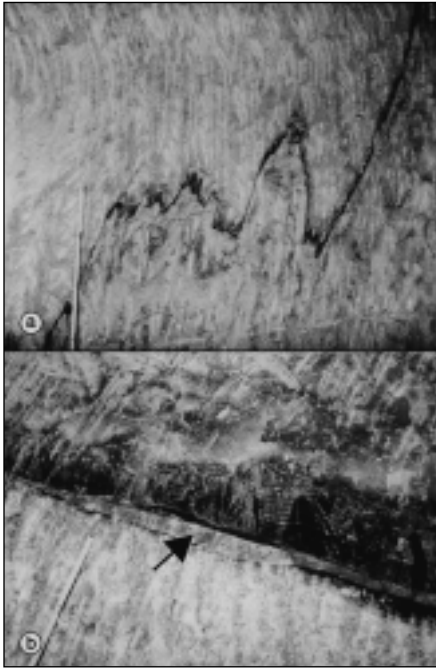


Abb. 2: a) geringmächtige, verfaltete Gorleben-Bank ohne Lösungs- und Gasführung, b) mächtig ausgebildete Gorleben-Bank mit möglicher Lösungs- und Gasführung, Bewegungszone siehe Pfeil

der Salzstockbildung in der Bewegungszone zur Spaltenbildung mit Öffnungsweiten von bis zu 34 cm (Abb. 2). Diese Spalten waren sowohl eine Falle als auch ein Speichermedium der Lösungen und Gase. Zudem wirkte die Bewegungszone durch ihre laterale Beständigkeit als Lösungs- und Gasmigrationsbahn, wodurch Lösungen und Gase auch im unmittelbaren Umfeld verteilt wurden. Die bislang im Bereich der Gorleben-Bank aufgefangene Lösungsmenge betrug maximal ca. 80.400 Liter. Die zugeetretenen Gasmengen erreichten eine Größenordnung von mehreren Zehner Kubikmetern. Aus den während der Salzstockentstehung eingedungenen bzw. migrierten Lösungen wurden Halit, Carnallit, Sylvit, Polyhalit, Anhydrit, Kieserit, Cölestin und Pyrit in Hohlräumen ausgeschieden, die dadurch größtenteils verheilten. Bei einer Gesamtmächtigkeit der Gorleben-Bank von nur wenigen Zentimetern fehlt die Bewegungszone bzw. sie ist dann nur wenige Millimeter mächtig (Abb. 2). In diesen Fällen sind Lösungs- und Gaszutritte nicht zu erwarten.

Die analysierten Lösungen aus Flüssigkeitseinschlüssen in sekundär gebildeten Haliten der Gorleben-Bank konnten aufgrund der Gehalte an Hauptkomponenten und Spurenelementen als salzstockinterne Lösungen identifiziert werden. Die genetische Modellierung der Lösungen ergab, daß es sich um Reaktionslösungen aus den stratigraphischen Einheiten Grauer Salzton bis Hauptanhydrit des Zechstein 3, um Lösungen aus dem Kaliflöz Staß-

furt des Zechstein 2 sowie um Restlösungen des eingedunsteten Meerwassers der Zechsteinzeit bzw. um Mischungen der genannten Lösungen handelt.

Fazit: Die Gorleben-Bank ist nur dann lösungs- und gasführend, wenn die Mächtigkeit der geschichteten Anhydritlage (Zone V bis VI) mehr als ca. 6 cm beträgt.

Weitere Informationen:
Bundesanstalt für Geowissenschaften
und Rohstoffe
Stilleweg 2, D-30655 Hannover
Dr. Günther Baeuerle
Tel. 0511/643 2424/
Fax: +49(0)511 8433694/
e-mail: g.baeuerle@bgr.de

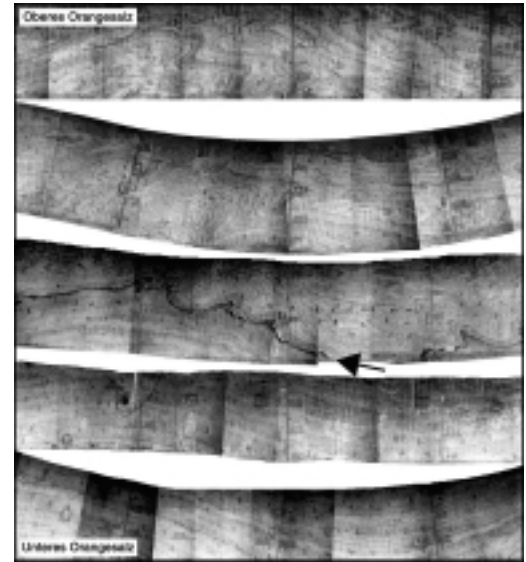


Abb.3: Fotodokumentation aus dem Schacht 1. Die Gorleben-Bank wirkte als Ausgleichshorizont zwischen dem Unteren und Oberen Orangesalz. Die Sulfatlinien im Unteren Orangesalz haben einen weitgehend ungestörten Verlauf. Im Gegensatz dazu sind die Sulfatlinien im Oberen Orangesalz stark verfaltete. Die Lage der Gorleben-Bank ergibt sich aus dem dargestellten Pfeil.

Neue hochkriechbeständige Magnesiumlegierungen entwickelt

Leichtere Autos verbrauchen weniger Sprit. Schadstoffemissionen können so gesenkt werden. Magnesiumlegierungen haben ein geringes spezifisches Gewicht, sind gut be- und verarbeitbar und können recycelt werden. Ihr Pferdefuß: Eine mangelhafte Kriechbeständigkeit, geringe Verformbarkeit und Anfälligkeit gegenüber Korrosion.

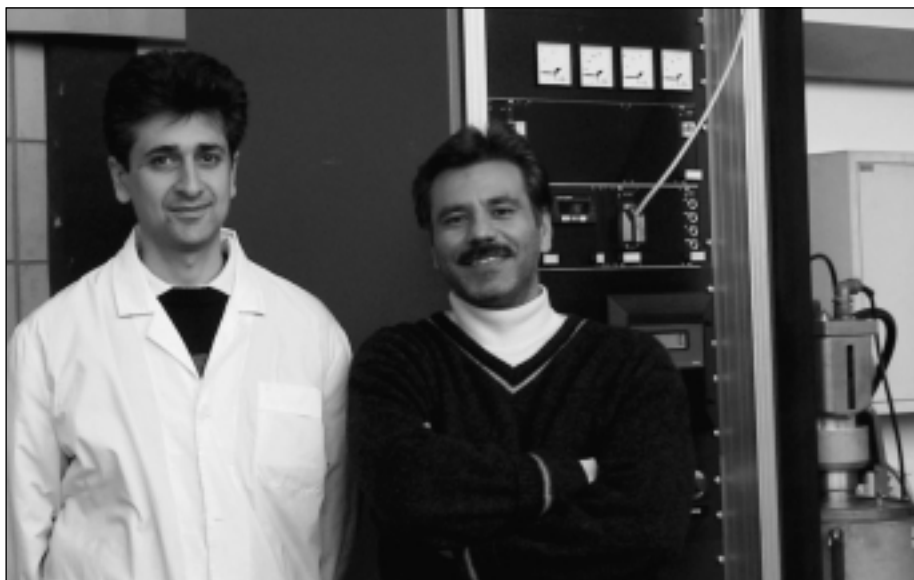
Hier schafft die im Oktober letzten Jahres von der Eberhard-Schürmann-Stiftung ausgezeichnete Dissertation von Dr.-Ing. Frank von Buch Abhilfe. Ihm gelang es in seiner bei Professor Dr. Barry Leslie Mordike, Institut für Werkstoffkunde und Werkstofftechnik, angefertigten Promotion hochkriechbeständige Magnesiumlegierungen zu entwickeln. Auch noch bei 350 Grad Celsius, und damit um bis zu 50 Grad Celsius höher als die bisher kriechbeständigsten konventionellen Magnesiumlegierungen, sind die neuen Magnesiumlegie-

rungen(Magnesium-Scandium-Mangan) kriechbeständig. Die Kriechgeschwindigkeit liegt um zwei Zehnerpotenzen unter denen der leistungsstärksten konventionellen Magnesiumlegierungen. Eine weitere Zulegierung von Cer verbessert die mechanischen Eigenschaften und die Duktilität. Es ist bereits jetzt absehbar, daß ohne starke Einbußen an Kriechbeständigkeit der teure Scandiumanteil in diesen Legierungen abgesenkt werden kann. Denn Scandium trägt nur über die Mangan-Scandium Ausscheidungen zur Kriechbeständigkeit bei, und diese sind durch den Mn-Gehalt determiniert. Magnesium-Gadolinum- und Magnesium-Terbiumlegierungen untersuchte Dr.-Ing. von Buch gleichfalls. Deren Potential wird sich allerdings erst in höherkomponentigen Systemen realisieren lassen, vermutet Dr.-Ing. von Buch.

Weitere Informationen:
Dr.-Ing. Frank von Buch
E-Mail: .von.Buch@t-online.de

Eine Forschungspartnerschaft in der zweiten Generation

Aluminiumnitrid-Keramiken mit niedrigerer Oxidationsneigung



Amir Maghsaoudipour (rechts) und Esmail Salahi bereiten den Boden für weitere iranische Gastwissenschaftler am Institut

Vor über 25 Jahren promovierte Fattollah Moztarzadeh bei Professor Dr. Hans-Walter Henricke im Institut für Nichtmetallische Werkstoffe. Heute ist er selbst Professor und lehrt am nationalen iranischen Forschungszen-

trum für Werkstoffe und Energie in Teheran. Und jetzt sind seine Doktoranden Amir Maghsaoudipour und Esmail Salahi in der Arbeitsgruppe von Professor Dr. Jürgen G. Heinrich, Professor Hennickes Nachfolger, zu Gast.

„Clausthal ist ein wunderbarer Ort, um sich intensiv der Forschung zu widmen“, sagen beide übereinstimmend. „Die Menschen sind überall freundlich und hilfsbereit.“ Amir Maghsaoudipour und Esmail Salahi arbeiten hart. Auch am Wochenende sind sie oft im Labor, denn ihr Stipendium des iranischen Staates ist - mit der Option auf eine dreimonatige Verlängerung - auf sechs Monate begrenzt.

Amir Maghsaoudipour befaßt sich mit der Herstellung eines Verbundwerkstoffes aus Aluminiumnitrid und Aluminiumoxid. Nichtoxidische Keramiken wie Aluminiumnitride besitzen hohe Bindungskräfte. Deren Wärmeleitfähigkeit ist höher als die oxidischer Keramiken. Oberhalb von 800 Grad Celsius setzt bei Aluminiumnitriden eine merkliche Oxidation ein. Als Grenze der Einsatztemperatur für Aluminiumnitride unter oxidierender Atmosphäre gilt daher eine Temperatur von 1000 Grad Celsius. Der neue ALN- Al_2O_3 -Verbundwerkstoff soll die hohe thermische Leitfähigkeit des Aluminiumnitrids behalten, zugleich soll durch die Zugabe von Al_2O_3 -Körnern deren Anfälligkeit gegenüber Oxidation „ausgemerzt“ werden. So könnten sie noch besser im Hochtemperaturbereich als Wärmetauscher eingesetzt werden.

Esmail Salahi mischt Aluminiumnitrid- und Aluminiumpartikel in einer Lösung. Nach der Trocknung sind die Aluminiumnitridpartikel von feinen Aluminiumkörnchen umgeben. Das Pulver wird unter Stickstoffatmosphäre gesintert. Die Parameter Partikelgröße, deren Oberflächenbeschaffenheit, Additive während der Sinterung (Calcium- und Yttriumoxid sowie Seltene Erden), die Sintertemperatur und Sinteratmosphäre bestimmen das Eigenschaftsprofil.

„Wir freuen uns schon auf die guten Doktoranden von Esmail Salahi und Amir Maghsaoudipour in fünfundzwanzig Jahren“, sagt ihr Betreuer im Institut Dr. rer.nat. Jens Günster. „Weitere iranische Stipendiaten sind uns willkommen.“ ■

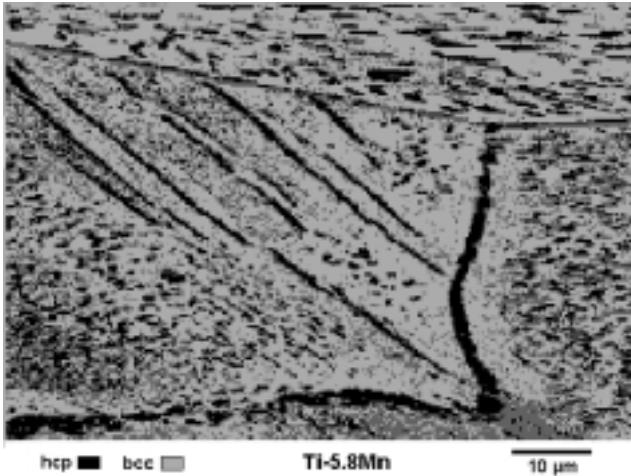
„Landkarte“ der Phasenverteilungen und der Textur durch Messung der Kristallorientierungen

Gefüge metallischer Werkstoffe binnen Minuten umfassend charakterisieren

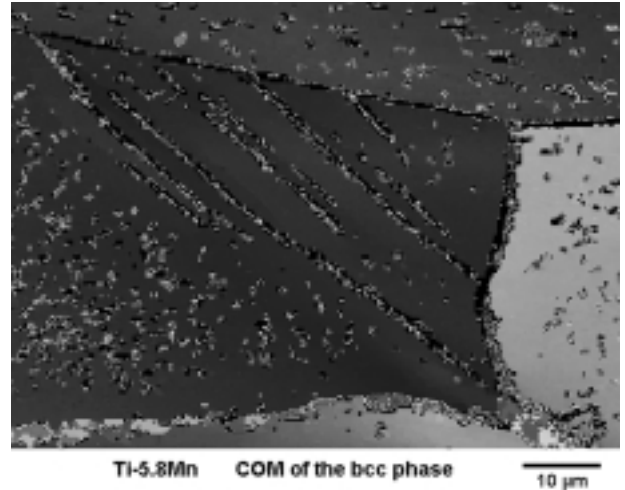
Mit einem neuen Beugungsverfahren werden die Phasen und Kristallorientierungen im Rastermikroskop gemessen und ihre örtliche Verteilung in Farbbildern veranschaulicht. Sie spiegeln den Herstellungsprozeß und den Einsatz von Werkstücken wider. Die Materialeigenschaften hängen stark von den Phasen und Orientierungen ab.

Die Eigenschaften metallischer Struktur- und Funktionswerkstoffe werden in erster Linie bestimmt durch die Verteilung der Phasen sowie durch die Verteilung und Ausrichtung der Kristallite, d.h. die „Textur“ des Werkstoffs. Zur Bestimmung beider Eigenschaften wurden bislang in der Werkstoffforschung separate Methoden eingesetzt. Professor Dr. Robert Schwarzer und seine Mitar-

beiter, Institut für Physik und Physikalische Technologien, Arbeitsgruppe Texturforschung, entwickelten ein Verfahren, mit welchem im Raster-Elektronenmikroskop aus der Messung der Kristallorientierung zugleich Phasenverteilung und lokale Texturerfassen werden kann. Binnen weniger Minuten zeichnet die Auswertesoftware eine farbige Darstellung der Phasenverteilungen und ▶



Phasenverteilung in einr Ti-5.8 Mn-Probe



Verteilungsbild der Kristallorientierungen der Ti-5.8 Mn-Probe

der Textur. Das Verfahren erlaubt eine Auflösung der Phasenverteilung bis in den Submikrometerbereich hinein, falls die Kristallgitterkonstanten der Phasen sich merklich unterscheiden. Dazu werden die experimentell gemessenen Beugungswinkel verglichen mit Simulationen verschiedener Legierungen. Aus der besten Übereinstimmung können die Phasen quantitativ berechnet sowie die Grenzflächen der Phasen bestimmt werden. Der Ingenieur „hält“ das vollständige technische Profil binnen Minuten „in Händen“. In der Dezemberausgabe der

Fachzeitschrift „Materials Science and Technology“, berichten R.A. Schwarzer, A.K. Singh und J. Sukkau über ihre Ergebnisse (Discrimination and mapping of phase distributions by automated crystal orientation measurement, Materials Science and Technology, November-December 2000, Vol. 16, S. 1389-1392, ISSN 0267-0836).

Praktisch erprobt haben die Autoren ihr Verfahren an kalt und warm gewalzten Titan-Magnesiumlegierungen, deren hexagonale und kubische Kristallitverteilung sie bis in den Prozentbereich

feststellen konnten. Der hexagonale Kristallitanteil trägt in vielen metallischen Werkstoffen zur Versprödung aufgrund der stark reduzierten Anzahl von Gleitsystemen bei. Andererseits kann aber auch die Festigkeit zweiphasiger Werkstoffe durch Optimieren der Phasenanteile und der Textur erheblich gesteigert werden. Die Wissenschaftler studierten den Einfluß des Kalt- und Warmwalzens auf die Ausbildung der Kristallitform und auf die Textur. Sie stellten eine deutliche Abhängigkeit vom Magnesiumanteil fest. ■

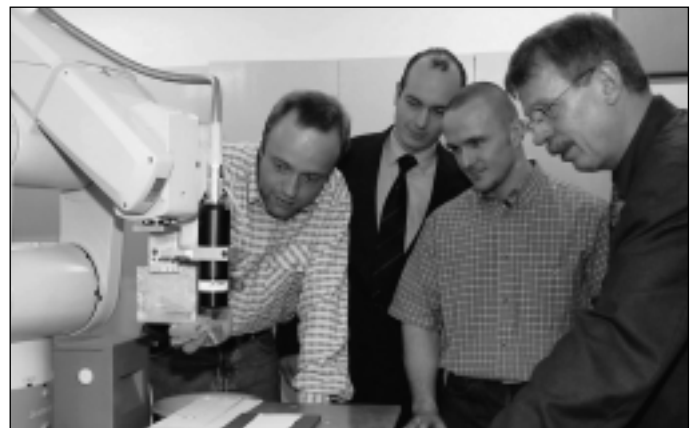
Forschung zur Wafer-Technologie und zur Verarbeitung hochreiner Werkstoffe für Biokeramiken

Reinraumlabor eröffnet

Im Institut für Nichtmetallische Werkstoffe weihte am 18. Dezember Professor Dr. -Ing. Jürgen G. Heinrich gemeinsam mit seinen Mitarbeitern der Arbeitsgruppe für Ingenieurkeramik das Reinraumlabor ein. Ein erster umfangreicher Industrieauftrag (Finanzvolumen 500.000 Mark) zur Wafer-Technologie wird ab Januar 2001 bearbeitet.

Reinräume werden benötigt für die Herstellung hochreiner Werkstoffe, beispielsweise in der Bio- oder Informationstechnologie. In vielen High-Tech Werkstoffen würden Fremdatome deren Funktionalität beeinträchtigen. In einem ersten umfangreichen Industrieauftrag (Finanzvolumen 500.000 Mark, Dauer: sechs Monate) wird, laser- und roboterunterstützt, an der Optimierung der Wafer-Technologie gearbeitet. Ein 3 kW Kohlen dioxid-Laser wird eingesetzt. Er erhitzt gezielt

unter Reinraumbedingungen die Keramik. Ein weiteres Arbeitsgebiet wird die laserunterstützte Verarbeitung hochreiner Werkstoffe für Biokeramiken sein.

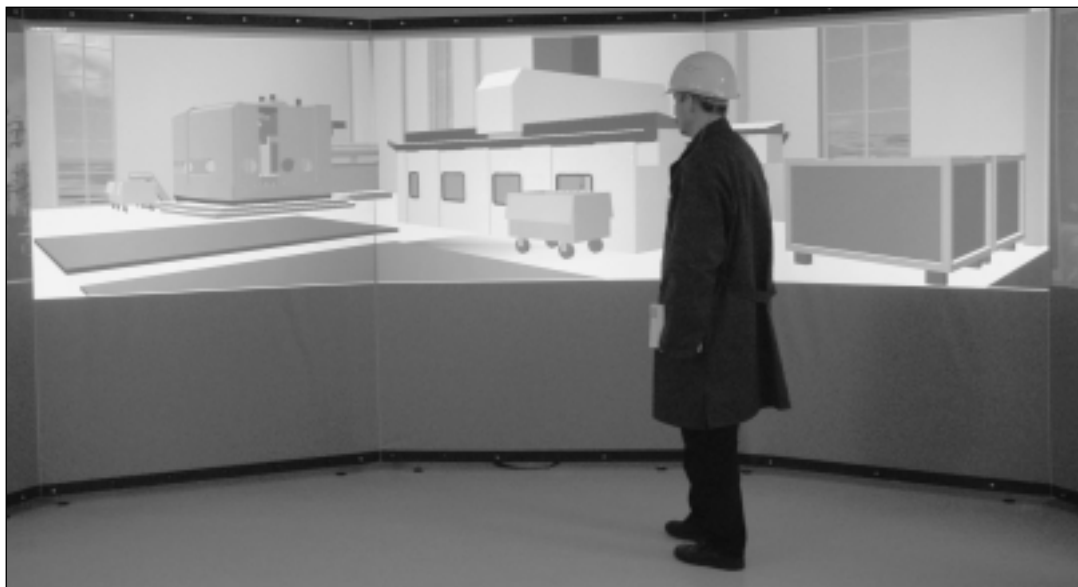


(v. l. n. r.): Dipl.-Ing. Tobias Krause, Dr.-Ing. Jens Günster, Dipl.-Ing. Sven Engler und Prof. Dr.-Ing. Jürgen G. Heinrich im Studentenlabor zum Lasersintern von Keramik

Weitere Informationen:

Institut für Nichtmetallische Werkstoffe
Dr. rer. nat. Jens Günster
Hochschulassistent
Zehntnerstraße 2a
38678 Clausthal-Zellerfeld
Tel.: 05323 72-2612
Fax: +49-(0)-5323-72-3119
e-mail: Jens.Guenster@tu-clausthal.de ■

Einweihung des virtuellen Fertigungs- und Konstruktionslabors für Lehre, Forschung und Industrie



Globale Märkte und Produktionsstätten sind zunehmend mittels Telekommunikation und schneller Transportmittel nur einen Katzensprung entfernt. Das Nervensystem der Informationsgesellschaft eröffnet für die Kooperation über große Distanzen hinweg eine weitere Dimension: In weltweit tätigen Firmen arbeiten schon heute Projektteams per Internet, je nach Kompetenzschwerpunkt räumlich über den Globus verteilt, als säßen sie in einem Raum.

Gefördert durch das Land Niedersachsen haben sich sechs Institute und das Rechenzentrum zusammengeschlossen: Aus dem Kopf des Konstrukteurs in die Planung und die virtuelle Realität auf Großbildprojektion und zum computergesteuerten schnellen Fertigen eines realen Prototypen bis zur modellhaften Steuerung eines Roboters per Internet - das virtuelle Labor besteht aus den zentralen Komponenten der weltweiten Zusammenarbeit.

Erster Schritt: Die Übersetzung des Konstruktionsentwurfes in eine (prototypische) Realisierung (Institut für Maschinenwesen, Prof. Dr. Ing. Norbert Müller). Hierfür wird das virtuelle Modell durch den Rechner in Schichten zerlegt und ein Laser brennt diese Schichtinformationen in ein geschüttetes Pulver hinein. Binnen Stunden hält der Ingenieur einen im Zehntelbereich genauen Prototyp, gefertigt aus Bronze- oder Stahlpulver, in Händen.

Zweiter Schritt: Die räumliche Unabhängigkeit von Konstruktion und Produktion aufgrund des

Datenflusses über das Internet. Konkret: Steuerung von Robotern via Internet. Ein solcher Forschungsroboter steht im Institut für Elektrische Informationstechnik bei Professor Dr.-Ing. Ulrich Konigorski. Von jedem Rechner aus, wo immer er auch steht, ob in Clausthal, Singapur oder Cincinnati, der Greifarm des gelben Roboters kann - nach Zustimmung eines Mitarbeiters im Institut - in Aktion versetzt werden. Mit einer Kamera werden seine Beobachtungen aufgezeichnet und via Internet an den Akteur übertragen. Dieser sieht die Position des Roboters und erhält zusätzlich Protokolle relevanter Betriebsdaten. So steuert er den Roboter.

Dritter Schritt: Durch den globalen Wettbewerb mit der Forderung immer schneller, flexibler und besser zu werden, ist es zur Notwendigkeit geworden, komplexe Maschinenanlagen und ganze Fabriken im Vorhinein digital zu planen und zu optimieren. Am Institut für maschinelle Anlagentechnik und Betriebsfestigkeit (Professor Dr.-Ing. Uwe Bracht) gibt es jetzt mit einem zwei- und dreidimensionalen Planungstisch und einer "Virtual-Reality"-Großprojektionsanlage für Lehre, Forschung und Industrie hervorragende Arbeitsmöglichkeiten. Die VR-Planungsmodelle sind begehr- und erlebbar, Beteiligte und Betroffene können schneller Fehler erkennen und gemeinsam bessere Ergebnisse erzielen.

„Schiebt“ sich mit solchen "Virtual-Reality" - Laboren die Computertechnologie gewissermaßen zwischen Auge und Hand des Konstrukteurs, weil sie sein unverzichtbares Werkzeug ist, so wird deren menschengemäße Bedienbarkeit im-

mer wichtiger. „Die Maschine dem Menschen anpassen - nicht umgekehrt!“ lautet daher das Motto der Forschergruppe um Professor Dr.-Ing. Peter Elzer vom Institut für Prozeß- und Produktionsleittechnik. Dem bedienenden Ingenieur einer Fernwarte eines großen Kraftwerkes ein Zustandsbild einer Anlage zu liefern, bei dem die Signale als Musterveränderung deutlich hervortreten, statt in einem Datenstrom verloren zu gehen, sei exemplarisch als eines der Forschungsergebnisse zum Themen der Mensch-Maschine-Schnittstelle genannt.

Wenn weit entfernte Produktionsstandorte in die eigene Arbeit einbezogen werden sollen, ist es notwendig sie zu sehen. Eine möglichst verlustfreie Übertragung der Videobilder in Echtzeit wäre der Idealfall. Das Institut für Informatik arbeitet an Bildkomprimierungsverfahren (Professor Dr. Gerhard Joubert).

Im Rahmen der „Clausthaler Lehr- und Demonstrationsanlage für Dezentrale Regenerative Energieversorgungssysteme“ ist das Institut für Elektrische Energietechnik (Prof. Dr.-Ing. H.-P. Beck) mit der Integration von Leitsystemen und deren Steuerung über das Internet beteiligt.

Das virtuelle Labor an der TU Clausthal ist eingebettet in das Campusnetz und weltweite Internet. Als erste Universität schloß sie 1994 ein Studentenwohnheim ans Netz an. Seit mehr als einem Jahr sind durch das Rechenzentrum (Dr. Gerald Lange) alle Wohnheime mit Glasfaserzugang zum Internet ausgestattet. Das virtuelle Labor führt die technologischen Pfade für die Fabrik der Zukunft unter einem gedanklichen Dach zusammen. ■

Clausthaler Doktorand arbeitet bei BMW an der "Drive-by-Wire"-Technologie

Fahren mit (elektronischem) Schutzengel

Es gibt keinen „Schutzengel“, der Fahrfehler erkennt und ausgleicht, so daß wir sicher (weiter-)fahren können. Aber ein elektronisches Beobachtungs- Warn- und Steuerungssystem im Auto, das kritische Fahrsituationen erkennt und abfängt, daran arbeitet Dipl.-Ing. Pei-Shih Huang, bester ausländischer Absolvent der TU Clausthal des Jahres 2000, seit kurzem in der Forschungsabteilung von BMW. Die Vision: Man ersetze die mechanische Lenkverbindung aus Lenkrad-Lenkstange-Vorderräder durch ein elektronisches Lenksystem. "Drive by Wire" - heißt dies im Englischen knapp. Fahren, Lenken mittels (elektronischer) Verbindung. Dann kann das tatsächliche Lenken vom Lenkverhalten des Fahrers entkoppelt und in kritischen Situationen korrigiert werden. Auf daß der Fahrer sicher durch die Kurve kommt, anstatt mit schreckhaften Bewegungen das Lenkrad zu verreißen.

Konkret: Eine mechanische Lenkung hat im allgemeinen ein festgelegtes Übersetzungsverhältnis. Lenkbefehle des Fahrers sowie die Rücksignale der Fahrbahn über die Räder werden immer gleich stark übertragen. Das zwingt den Konstrukteur zu einem Kompromiß zwischen leichter Ansprechbarkeit der Lenkung und Stabilität. Übertreibend gesprochen, das Fahrzeug soll nicht schlingern, nur weil der Fahrer mit dem kleinen Finger zitterte. Beim Ein- und Ausparken beispielsweise ist dann ein volles Einschlagen der Räder aber nur mit Übergreifen der Hände möglich.

Die Vorteile der "Drive-by-Wire"-Technologie:

- Das System übersetzt den Lenkradeinschlag beim Ein- und Ausparken mit wachsendem Einschlagwinkel kräftiger. Ein- und Ausparken werden leichter und das Lenkmoment ist dabei angenehm niedrig.
- Im Stadt- und Landstraßenverkehr soll das System eine direktere Lenkübersetzung vorsehen als auf der Autobahn. Bei hohen Geschwindigkeiten wird das Lenkmomentenniveau angehoben. Ungewollte Lenkbewegungen werden verhindert.
- Mit der elektronischen Regelung des Lenkverhaltens kann ein Ausweichen vor Hindernissen spontaner umgesetzt werden, weil das System unsere intuitiven Lenkbewegungen angemessen realisiert. In kritischen Situationen kann ein Fahrdynamikregler die Stabilität verbessern.
- Ist unter dem rechten und linken Rad die Fahrbahn unterschiedlich griffig, in diesem Fall wird die elektronische Fahrdynamikregelung die Bremskraft links und rechts unterschiedlich ansetzen und so die Fahrstabilität verbessern.

Informationsfluß des Fahrer-Fahrzeug-Systems:

In der modernen Flugzeugindustrie wird die By-Wire Technologie bereits seit vielen Jahren verwendet. Statt mechanischem Steuerknüppel werden Sticks für die Flugzeugsteuerung benutzt. Mit der Drive-by-Wire Technologie kann das Bedienkonzept auch für die Fahrzeugführung neu überlegt werden. Es stellt sich die

Frage: Ist das Lenkrad die beste Lösung für die Fahrzeugquerführung? Muß der Fahrer für die zweidimensionale Längs- und Queraufgabe das Fahrzeug unbedingt mit dem Lenkrad, Gaspedal, Bremspedal, evtl. der Kupplung und der Schaltung bedienen? Oder kann eine kombinierte Funktion Beschleunigung+Bremsen in einem Bedienelement die Umsetzungszeit des Fußes vom Gaspedal zum Bremspedal verringern und so Auffahrunfälle vermeiden helfen? Oder können die Längs- und Queraufgabe des Fahrzeug gleichzeitig in einem Bedienelement integriert werden? Dipl.-Ing. Pei-Shih Huang wird im Team der Forschungsabteilung der BMW Technik GmbH untersuchen, welche Bedienelemente noch für Fahrzeugführung interessant sein können. Dabei müssen neue Bedienelemente bezüglich einer Reihe von Kriterien wie passiver Sicherheit, Komfort, Stabilität, Störimpfindlichkeit, usw. bewertet werden.

Die Doktorarbeit wird betreut von Professor Dr. Heiner Bubb, Lehrstuhl für Ergonomie der TU München, und Professor Dr.-Ing. Ulrich Konigorski, Institut für Elektrische Informationstechnik der TU Clausthal, sowie von Seiten BMW Technik GmbH in München die Herren Dr. Jürgen Guldner und Dr. Henk Smakman.

Weitere Informationen:

Dipl.-Ing. Pei-Shih Huang
BMW Technik GmbH
Hanauer Straße 46
80992 München
Tel. 089-14983-138
Fax. 089-14983-223
Email: pei-shih.huang@bmw.de

Anzeige



Hotel „Die Tanne“,
Wilhelm Robben,
Bälinger Straße 10,
38640 Goslar,
Tel. (0 53 21) 34 39-0,
Fax (0 53 21) 34 39 34

Sie schlafen in ruhiger Lage der Goslarer Altstadt und frühstücken am reichhaltigen Buffet. Entspannen und erholen Sie sich in unserer familiär geführten Haus mit freundlicher Atmosphäre.

- 7 Einzel- und 16 Doppelzimmer, sehr gepflegt, hell, gemütlich und geschmackvoll eingerichtet
- Alle Zimmer verfügen über Bad/WC oder Dusche/WC, Kabel-TV, Minibar und Selbstwahltelefon
- Wir informieren und beraten Sie gern über Entdeckungs- und Erlebnistouren in Goslar und Umgebung



Mit neuem Fuzzy-Logic-Gerät sagen Forscher gefährlichen Mundbakterien und Zahnstein den Kampf an

Eine international besetzte Expertenjury hat aus 88 Bewerbern die Sieger des Innovationswettbewerbs zur Förderung der Medizintechnik des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) ausgewählt. Unter den zwölf Preisträgern sind Dr.-Ing. Jens Strackeljan und Professor Dr. rer. nat. Dietrich Behr vom Institut für Technische Mechanik der TU Clausthal. Gemeinsam mit Professor Dr. med. dent. Thomas Kocher, Universität Greifswald, gewannen sie ein Preisgeld von 300.000 Mark, mit dem sie ein Schlüsselexperiment durchführen werden. Ihr Projekt: Ein Ultraschallgerät, mit dem sie gründlicher und schonender als bisher möglich Bakterien und dem Zahnstein „an den Kragen gehen“ können. Die Preise wurden am 24. November 2000 in Düsseldorf verliehen.

Den Zähnen fehlt im Gegensatz zu den Schleimhäuten im Mund die Fähigkeit, ihre Oberfläche abzuschuppen und auf diese Weise die dort lebenden Mikroorganismen loszuwerden. Als Konsequenz daraus etablieren sich auf den Zähnen dauerhaft bakterielle Lebensgemeinschaften, die gegenüber den Abwehrmechanismen des Körpers wesentlich widerstandsfähiger sind als jeder einzelne der in diesen so genannten Biofilmen enthaltenen Keime.

Hinzu kommt, daß der den Zahnhals umgebende Zahnfleischsaum eine im ganzen Körper einzigartige Schwachstelle ist, an der Mikroorganismen verhältnismäßig leicht eindringen können. Neuere Forschungsergebnisse zeigen, daß dies nicht nur zu Entzündungen (Parodontitis) und damit zur fortschreitenden Zerstörung des Zahnhalteapparates führt. Medizinische Studien belegen,

eine Parodontitis schwächt den Organismus und beeinträchtigt den allgemeinen Gesundheitszustand. Herz-Kreislauf-Erkrankungen können u.a. die Folge sein.

Bei den bisher verfügbaren Geräten kommt es vor allem im nicht einsehbaren Bereich der Zahnfleischtaschen zum Verbleib von Bakterien, Zahnstein und sogar - durch zu lange Bearbeitung an einer Stelle - zu Schäden am intakten Wurzelzement. Daher planen die Wissenschaftler - gefördert durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung - ein neuartiges ultraschallbetriebenes Gerät zur Zahnsteinentfernung zu entwickeln. Dieses wird während des Arbeitsprozesses in der Lage sein, die gerade berührte Oberfläche selbständig zu erkennen. So soll es den lästigen Zahnstein optimal abtragen, ohne jedoch die Zahnoberfläche zu beschädigen. Eine intelligente Kombination von vorhandenen Piezokeramiken als Sensorelemente und einer pfiffigen Meßwertverarbeitung mit „Fuzzy-Logic“ wird dabei helfen, die Zähne zu erhalten.

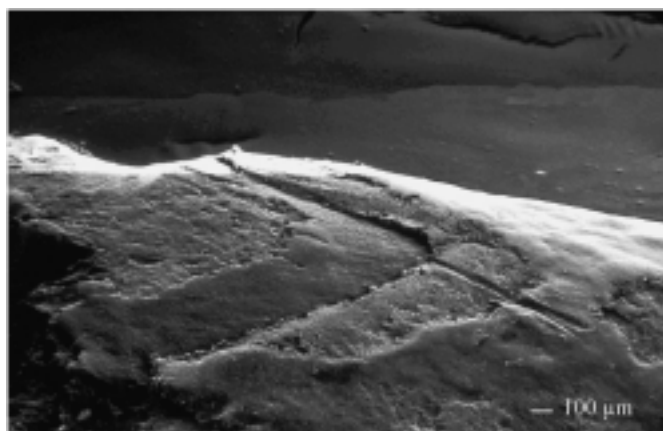
Das neue Zahnsteinentfernungsgerät arbeitet gerade dort schonend und effizient, wo das Auge und der Tastsinn des Zahnarztes nicht mehr hinreicht: in den Tiefen der Zahnfleischtaschen. Geplant ist, daß die gerade berührte Oberfläche vom Gerät erkannt und seine Leistung entsprechend gesteuert wird. So können sowohl zahnschonend als auch äußerst gründlich alle Ablagerungen bis in den letzten Winkel entfernt werden.

Um das Projekt zügig zu verwirklichen, greifen die Forscher auf vorhandenes Know-how im Bereich der Piezokeramiken zurück. Diese dienen auch heute schon als Anregungsquelle in Ultraschallgeräten. Neu ist die Idee, diese Keramiken gleichzeitig als



Dr.-Ing. J. Strackeljan (r.) und Prof. Dr. rer. nat. D. Behr setzen Methoden der Schwingungsdiagnostik für unterschiedlichste Fragen ein. Sie gewannen den bmbf-Preis zur Durchführung eines Schlüsselexperimentes für ihr Zahnsteinentfernungsgerät.

Sensoren einzusetzen. Die Zahnoberfläche wird bei diesem Verfahren aufgrund seines Schwingungsverhaltens klassifiziert. Dazu wird die Spitze des Gerätes, das mit einem piezokeramischen Schwingungserreger betrieben wird, auf die zu erkennende Oberfläche aufgesetzt und das Gesamtsystem zu Schwingungen angeregt. Unterschiedliche Zahnoberflächen reagieren darauf mit jeweils charakteristischen Schwingungsbewegungen, die von der Topographie, Dichte, Elastizität und Kristallstruktur der Oberfläche abhängen. Zahnstein schwingt also anders als Zahnzement. Der neue Sensor soll diese Unterschiede erkennen und das Instrument dann entsprechend ansteuern. Bevor es aber soweit ist, gilt für das neue Zahnstein-Instrument: „lernen, lernen, lernen“. Nicht jeder Mund und jeder Zahnarzt ist wie der andere. Es gibt eine Fülle von Unterschieden. Diese fangen bei der Zahnbeschaffenheit und Mundfeuchte an und gehen bis zum individuellen Druck, mit dem der Zahnarzt die Nadel an den Zahn preßt. „Fuzzy-Logic“ soll dabei helfen, aktuell gemessene Oberflächenwerte ▶



Elektromikroskopisches Bild von Schäden am Zahnzement durch einen herkömmlichen Aircaler zur Zahnsteinentfernung

mit zuvor erlernten Situationen zu vergleichen, um dann die jeweils beste Entscheidung zu treffen, wie mit dieser Stelle zu verfahren ist: „hart oder herzlich“.

Die Vorteile des neuen Systems für die Patienten sind unübersehbar: Der Zahnzement wird geschont - und damit auch die Zahnhäule -, die Methode ist weniger schmerzhaft, dafür aber sowohl in tiefen als auch weniger tiefen Zahnfleisch-Taschen weitaus effektiver bei der restlosen Entfernung des Zahnsteins als bisherige Geräte.

Ansprechpartner zu systemischen Erkrankungen im Zusammenhang mit Parodontitis:

Professor Dr. Ulrich Schlangenhaut,
Universität Würzburg.

Tel.: (09 31) 2 01-72 62,

Fax (09 31) 2 01-72 68,

E-Mail: ulrich.schlangenhaut@t-online.de ■

Ansprechpartner zum Zahnsteinentfernungsgerät:

Zahnheilkunde

Prof. Dr. med.dent. Thomas Kocher

Abteilung Parodontologie

in der Poliklinik für Zahnerhaltung,

Parodontologie und Kinderzahnheilkunde,

Zentrum für Zahn-, Mund- und

Kieferheilkunde, Universität Greifswald

Tel.: (03834) 867 172

Fax: (03834) 867 171

kocher@mail.uni-greifswald.de

Fuzzy-Logic, Steuerungstechnik

Dr.-Ing. Jens Strackeljan,

Prof. Dr. rer. nat. Dietrich Behr

TU Clausthal,

Institut für Technische Mechanik

Tel.: (05323) 722 057

Fax: (05323) 722 337

jens.strackeljan@tu-clausthal.de

Europaweit kooperieren nun die Besten auf dem Gebiet intelligenter adaptiver Systeme

Mit 2,3 Millionen Mark fördert die Europäische Union ein auf drei Jahre angelegtes Verbundnetzwerk: Akademische Forschung und industrielle Entwicklung arbeiten gemeinsam auf dem Gebiet anpassungsfähiger, intelligenter Systeme. Dem Technologietransfer zwischen Industrie und Hochschule und der Verbreitung des Wissens an potentielle Nutzer widmet sich in diesem Projekt Dr.-Ing. Jens Strackeljan vom Institut für Technische Mechanik. Die Kräfte zu bündeln macht Sinn: Von rund 15000 Software bezogenen Erfindungen beim europäischen Patentamt stammen weniger als ein Drittel von Europäern. Mehr als 70 Prozent der erteilten Softwarepatente werden von US-amerikanischen oder japanischen Firmen gehalten

Intelligente Technologien (Neuronale Netze, Fuzzy-Systeme und evolutionäre Algorithmen) sind überall dort im Einsatz, wo exakte physikalische Modelle der zugrundeliegenden Gesetzmäßigkeiten fehlen. In der medizinischen Diagnostik, bei Überwachungssystemen, generell in der Prognostik und der Qualitätskontrolle gibt es erfolgreiche Anwendungen derartiger intelligenter Technologien. Sie alle haben oft noch ein entscheidendes Manko: Verschieben sich die Eingangsdaten über einen längeren Zeitraum, gewissermaßen „sachte“ und kontinuierlich, so kommt das System mit der Bewer-

tung nicht klar. Es muß fundamental neu justiert, gegebenenfalls sogar von Grund auf neu konzipiert werden. Ein wirkliches Lernen aus dem Augenblick heraus existiert, in reifen industriellen Anwendungen, erst in Ansätzen. Gleichfalls gibt es keine Adaptivität im Sinne einer Übertragbarkeit auf verwandte Situationen. Hybride intelligente Systeme, die evolutionäre Algorithmen, Fuzzy-Technologien und neuronale Netze integriert zur Problemlösung einsetzen, sind ebenfalls noch nicht auf dem Markt.

EUNITE, das europäische Netzwerk intelligenter Technologien für anpassungsfähige Systeme, will als ein offener Verbund auf diesen Feldern ansetzen, Kenntnisse und Kräfte zusammenführen, durch Tagungen, Workshops, Internet-Trainingskurse und die Förderung junger Wissenschaftler. EUNITE versteht sich als Katalysator des Neuen.

Wege hierzu können auch das Aufspüren erfolgreicher Lösungen in der Praxis und ihre Verbreitung bei potentiellen neuen Nutzern sein. Forschungsvorhaben initiieren, neue Partner zueinander bringen und den Austausch und Dialog fördern, ist Ziel von EUNITE. Der Verbund ist offen für neue assoziierte Mitglieder.

Insgesamt legt EUNITE großen Wert auf den Technologietransfer. EUNITE betreibt nicht selbst Forschung, sondern will anregen zur Forschung und zum Blick über den eigenen Gartenzaun. Aus dem Vergleich der verschiedensten

Lösungen sollen allgemeingültige Design-Regelwerke für intelligente Technologien und deren Auslegung angelegt und verbreitet werden, ebenso ein kurzgefaßter Leitfaden „Wie patentiere ich Softwarelösungen auf dem Feld intelligenter adaptiver Systeme?“ Dr.-Ing. Jens Strackeljan vermittelt eine erste kostenlose Beratung durch einen Patentanwalt.

Weitere Informationen:

ELITE FOUNDATION

Frau Faust

Pascalstraße 69

52076 Aachen, Germany

Tel.: +49 (0) 2408 6969

http://www.eunite.org

Für den Bereich Technologietransfer:

TU Clausthal

Institut für Technische Mechanik

Dr.-Ing. Jens Strackeljan

Graupenstraße 3

385678 Clausthal-Zellerfeld

Tel. ++49 (0) 5323 72 20 57

Fax. ++49 (0) 5323 72 23 37

EMail:

Jens.Strackeljan@itm.tu-clausthal.de

http://www.itm.tu-clausthal.de/itm/Institut/Mitarbeiter/?Strackeljan ■

Auszeichnung für Clausthaler Wissenschaftlerin

Dr. Meyer-Struckmann-Wissenschaftspreis

Seit 1997 vergibt die Stiftung den **Dr. Meyer-Struckmann-Wissenschaftspreis der Brandenburgischen Technischen Universität (BTU) Cottbus** in Höhe von jährlich 30.000 DM. Der Preis 2000 ist in einer Feierstunde der BTU Cottbus am 1. Februar 2001 an Frau Dr.-Ing. Ildiko Tulbure, wissenschaftliche Assistentin und Habilitandin am Institut für Technische Mechanik, für ihre Arbeiten in dem Themenfeld „Operationalisierung von Nachhaltigkeit durch Technikbewertung“ verliehen worden. Die Laudatio hielt Prof. Dr. rer. nat. habil. Reinhard F. Hüttel, Mitglied und stellvertretender Vorsitzender des Wissenschaftsrates der Bundesregierung und ehemaliges Mitglied des Sachverständigenrates für Umweltfragen.

Frau Dr.-Ing. Ildiko Tulbure setzt sich in ihrer Promotion mit der technischen Realisierung des Konzepts einer nachhaltigen Entwicklung auseinander, indem hierfür geeignete Fallstudien diskutiert werden. Die Problematisierung dieser Thematik wird z. B. anhand regionaler Luftverunreinigung und zwar konkret im Vergleich der jeweiligen Situation in Rumänien und Deutschland dargestellt.

Frau Tulbure wurde 1969 in Petrosani/Rumänien geboren. 1993 schloß sie als Diplom-Ingenieurin das Studium der Mechanik und Bergbaumaschinen an der Technischen Universität Petrosani in Rumänien mit dem Prädikat „sehr gut“ ab.

Von ihrer Universität in Petrosani aus bewarb sich Frau Tulbure beim Deutschen Akademischen Austauschdienst um einen einjährigen Forschungsaufenthalt an einer deutschen Technischen Hochschule mit dem Ziel, in den Bereichen „Strömungsmechanik“, insbesondere aber „Technikbewertung“ zu arbeiten. Im Rahmen dieses Aufenthaltes am Institut für Technische Mechanik der TU Clausthal schloß Frau Tulbure an der Technischen Universität Clausthal 1995 ihr Zweitstudium „Maschinenbau“ ebenfalls mit der Note „sehr gut“ ab. Bereits im Rahmen ihres Studiums begann Frau Tulbure mit den Arbeiten an ihrer Dissertation zu dem Thema „Zustandsbe-

schreibung und Dynamik umweltrelevanter Systeme“ und schloß diese Arbeit im März 1997, also innerhalb von nur 2 Jahren mit dem seltenen Prädikat „Mit Auszeichnung“ ab. Für diese Arbeit wurde Frau Tulbure bereits 1997 mit dem Förderpreis des Vereins der Freunde der TU Clausthal ausgezeichnet.



Frau Dr.-Ing. Ildiko Tulbure

Die Promotion von Frau Tulbure liefert einen wichtigen Beitrag zu den Fragestellungen:

- Wie können charakteristische Umweltindikatoren gebildet werden, die eine Quantifizierung und damit Vergleichbarkeit im Hinblick auf das Leitbild „Sustainable Development“ erlauben?
- Was leisten Simulationen analog zur Ökosystemforschung basierend auf herkömmlicher Modellierung einerseits sowie basierend auf dem Konzept der unscharfen Logik andererseits?

Nach ihrer Promotion kehrt Frau Dr.-Ing. Ildiko Tulbure als Hochschulassistentin an die Universität Petrosani in Rumänien zurück. Aber bereits Anfang 1999 kommt Frau Tulbure als Stipendiatin der Alexander-von-Humboldt-Stiftung erneut in das Institut für Technische Mechanik der Technischen Universität in Clausthal zurück. Seit dieser Zeit arbeitet Frau Tulbure an ihrer Habilitation. Diese Arbeit setzt auf den Ergebnissen ihrer Dis-

sertation auf, mit dem Ziel, Möglichkeiten und Methoden zur Beschreibung von Transformationsprozessen im Sinne des Leitbildes der Nachhaltigkeit zu untersuchen, zu entwickeln, und schließlich im regionalen Kontext konkret zur Anwendung zu bringen. Inzwischen sind die Arbeiten zu ihrer Habilitationsschrift weit vorange-

schritten. Im Februar 2000 übernahm Frau Tulbure in dem Institut für Technische Mechanik als wissenschaftliche Assistentin weitere Aufgaben.

Frau Tulbure ist es darüber hinaus gemeinsam mit Professor Jischa gelungen, im Drittmittelbereich erfolgreich zu sein. Aus den mehrjährigen Diskussionen und der Zusammenarbeit mit anderen Wissenschaftlern aus Europa und den USA ist beispielsweise das Projekt „Terra 2000“ zustande gekommen, das mit einer EU-Finanzierung über eine Periode von drei Jahren in diesem Jahr angelaufen ist. Die Transformationen in technologischen, wirtschaftlichen und sozialen Bereichen, auch besser bekannt als „new economy“, auf dem Weg in die Informationsgesellschaft stellen an die

Wissenschaft neue Herausforderungen. Innerhalb des ambitionierten Projektes Terra 2000 soll ein Europa-Modell entwickelt werden, das diese Veränderungen in der Gesellschaft sensitiv darzustellen vermag. Darüber hinaus haben die Aktivitäten von Frau Tulbure dazu geführt, dass Ende 2000 zwischen der Universität Clausthal und der Universität Petrosani ein Kooperationsvertrag unterschrieben wurde.

Die wissenschaftlichen Arbeiten von Frau Tulbure sind nicht nur durch zahlreiche nationale und internationale Vorträge und Publikationen dokumentiert, sondern gleichfalls durch externe Lehrverpflichtungen. Beispielsweise hat Frau Tulbure im Sommersemester 2000 an der Fachhochschule Braunschweig-Wolfenbüttel einen Lehrauftrag für Technikgestaltung, Technikfolgenabschätzung wahrgenommen. Im SS 2001 wird sie zusammen mit Professor Jischa eine Vorlesung zum Thema „Herausforderung Zukunft“ an der Universität Lüneburg halten.

Clausthaler Labor soll aus Großbritannien mit überwacht und gesteuert werden

Prozeßkontrolle via Internet

Eine technische Großanlage in zentralen, übergeordneten Prozeßparametern in Echtzeit über das Internet überwachen und steuern, diesem Fernziel dient eine Zusammenarbeit englischer und deutscher Wissenschaftler. Im Sommer dieses Jahres startet die Forschungskooperation zwischen Professor Dr.-Ing. Peter F. Elzer vom Institut für Prozeß- und Produktionsleittechnik der TU Clausthal und Professor Dr. James L. Alty und Dr. Shuanghua Yang vom Institut für Informatik der Universität Loughborough in Großbritannien.

„Stellen Sie sich vor, in einem Kraftwerk tritt ein unbekannter Zustand auf. Der erfahrenste Mitarbeiter ist aber gerade auf einem Auslandseinsatz in Schanghai. Es hilft nicht, er muß nach Hause fliegen und das Bedienpersonal vor Ort beraten. Das Internet ermöglicht nun Anlagensteuerung und hochqualifiziertes Bedienpersonal, wo immer es sich auf diesem Globus befindet, zusammenzubringen. Das bedeutet eine Steigerung der Qualität und der Effizienz“, erklärt Professor Elzer die Zielsetzung des Vorhabens.

Um diesem Ziel näher zu kommen, soll das Clausthaler Labor von Loughborough in Großbritannien betrieben werden. Die Clausthaler Forscher betreiben - im Labormaßstab - eine computergesteuerte und -überwachte Meerwasserent-

salzungslage. Rund vierzig Parameter sind regelbar; angefangen von der Temperatur, über die Leitfähigkeit, den Füllstand, die Leistung der Rührer und Pumpen, die Öffnung der Ventilkappen.

Eine Prozeßkontrolle im Sinne geschlossener Regelschleifen ist nicht vorgesehen, da solche Regelsysteme zu einem definierten Zeitpunkt Antwortbefehle auf Änderungen von Prozeßwerten verlangen. Im Worldwide Web kann es aber jederzeit zu "Staus" kommen, diese verlangsamen auf unvorhersehbare Weise Übertragungsraten. Sinnvoll ist daher nur die Übermittlung übergeordneter Prozeßinformationen. Der „Anschluß“ der Prozeßkontroll-Daten „ans“ Internet soll mit einer plattformunabhängige Software, z.B. „Java“ erfolgen.

Ein Konzept einer Prozeßkontrolle via Internet verlangt zudem die Beantwortung einiger weiterer grundlegender Fragen: Wie ist die technische Sicherheit der Anlage unter den neuen Bedingungen zu gewährleisten? Und wie kann sichergestellt werden, daß nur ein autorisierter Kreis Zugang zu den via Internet übermittelten Prozeßdaten erhält? Welche Prozeßparameter kommen für die



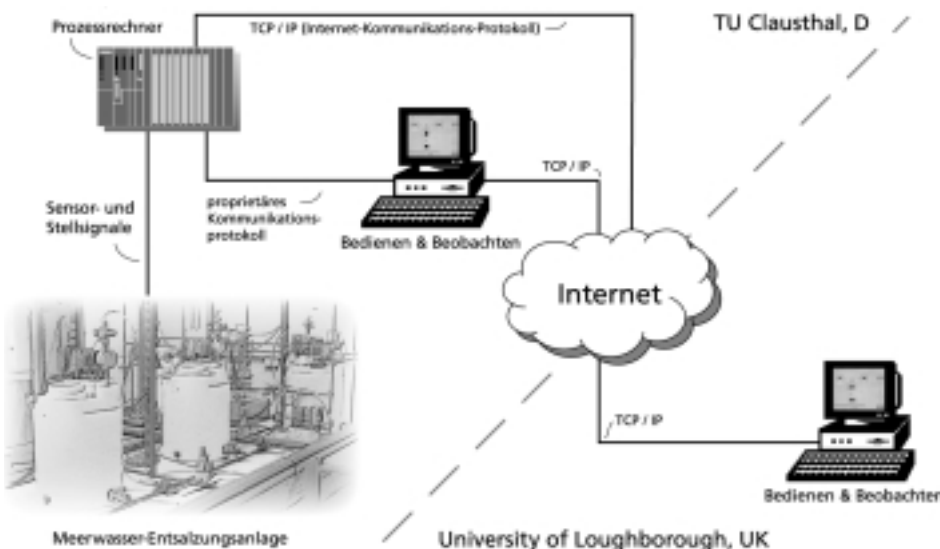
Ralf Behnke, M.Sc (Eng), (r.) und Dr. Shuanghua Yang aus Loughborough werden in dem Projekt zusammenarbeiten

Internet-Steuerung in Frage? Wie weit dürfen die Eingriffsmöglichkeiten der aus der Entfernung teilnehmenden Experten reichen? Wie wird das Bedienpersonal in der realen Leitwarte mit den (nur) virtuellen Arbeitspartnern zusammenarbeiten können?

Ergebnis des Projektes soll eine Design-Methodologie für die Prozeßkontrolle via Internet sein. Professor Alty wird sich mit seinem Team vornehmlich mit der sicheren Auslegung des Systems befassen und hierzu vorhandene Internetwerkzeuge auf ihre Zuverlässigkeit testen, das Clausthaler Team um Professor Elzer übernimmt die Gestaltung einer menschengerechten und arbeitsoptimalen Form der Informationsdarbietung. Der Projektanteil der englischen Partner wird vom British Research Council finanziert. Die Arbeiten starten im Sommer dieses Jahres und sind vorerst auf drei Jahre angelegt.

Weitere Informationen:

TU Clausthal
Institut für Prozeß- und Produktionsleittechnik
Prof. Dr.-Ing. Peter F. Elzer
eMail: elzer@ipp.tu-clausthal.de
Julius-Albert-Straße 6
D-38678 Clausthal-Zellerfeld, Germany
Telefon: +49-5323-72-7500
+49-5323-72-7501
Telefax: +49-5323-72-7599
<http://www.ipp.tu-clausthal.de/>
<http://coe.lboro.ac.uk/impact/>



Prozeßkontrolle via Internet, in zehn Jahren gängige Praxis?

Hannover-Messe 2001

Selektives Lasersintern von Keramik

Das Institut für Nichtmetallische Werkstoffe, Professur Ingenieurkeramik, Prof. Dr. Jürgen G. Heinrich, stellte auf der diesjährigen Hannover Messe vom 23. - 28. April aus dem Forschungsschwerpunkt „Rapid Prototyping“ die Ergebnisse des Vorhabens zum selektiven Lasersintern von Keramik aus.

In allen Sparten der industriellen Fertigung werden neue Produkte in wachsendem Maß unter Einsatz von Rapid Prototyping Verfahren entwickelt. Dies verkürzt die Zeitspanne von der Entwicklung bis zur Produkteinführung („time to market“), senkt Formenkosten und erhöht die Wettbewerbsfähigkeit eines Unternehmens auf dem Markt erheblich.

Im Forschungsschwerpunkt „Rapid Prototyping“ am Institut für Nichtmetallische Werkstoffe der TU Clausthal wird daher an der Entwicklung von Verfahren zum Aufbau keramischer Prototypen durch gezielten Ein-

satz von EDV und neuen Technologien gearbeitet.

Durch selektives Lasersintern wird der Aufwand der Modell- und Formenherstellung für komplexe keramische Körper drastisch verringert. Zunächst werden mit dem 3D-CAD-System Unigraphics Modelle im Rechner erstellt, in Schichten geschnitten und als NC-Datensatz exportiert. Dafür werden Standard Programmodule angewendet. In den Lasersinteranlagen werden diese Datensätze von einem Postprozessor weiter verarbeitet und zum sukzessiven Aufbau von keramischen Prototypen verwendet.

Das in wäßriger Suspension aufbereitete Pulver (der Schlicker) wird mit Hilfe eines Roboters auf einem geheizten Objektstisch in einer Lage von wenigen zehntel Millimetern aufgebracht. Anschließend wird die Schichtinformation des herzustellenden Bauteils mit dem Laser selektiv auf die so aufgebaute Pulverschicht abgebildet. Der Roboter verfährt um eine

Schichtdicke nach oben, eine weitere Pulverlage wird aufgetragen und der Laserprozeß beginnt von neuem.

Nach Abbildung aller Schichten kann der Prototyp aus dem Pulver herausgelöst werden und gegebenenfalls weiteren Behandlungsschritten, dem finishing, unterzogen werden. Im Fall der Porzellanherstellung wird es sich dabei um eine Nachsinterung zur weiteren Verdichtung und Verfestigung des lasergesinterten Bauteils sowie um die Glasierung des Bauteils handeln.

Weitere Informationen:

*Technische Universität Clausthal
Institut für Nichtmetallische Werkstoffe
Professur für Ingenieurkeramik
Prof. Dr.-Ing. Jürgen G. Heinrich
Zehntnerstraße 2a
38678 Clausthal-Zellerfeld
Telefon: (05323) 72-2354
Telefax: (05323) 72-3119*

Welle-Nabeverbindungen mit höherer Leistung bei geringerem Verschleiß

Das Institut für Maschinenwesen (Prof. Dr.-Ing. Peter Dietz) stellte auf der Hannover Messe 2001 vom 23. - 28. April Forschungsergebnisse zu Welle-Nabeverbindungen mit höherer Leistung bei geringerem Verschleiß vor. Das Institut sucht den Kontakt zur Industrie und bietet interessierten Unternehmen neben der Beratung die Konstruktion und Erprobung von Welle-Nabe-Verbindungen für alle Anwendungsgebiete auf institutseigenen Anlagen und Prüfständen an.

Welle-Nabe-Verbindungen gehören zu den grundlegenden Elementen des Maschinen- und Anlagenbaus. Aufgrund seiner intensiven Forschungstätigkeit auf diesem Gebiet verfügt das Institut für Maschinenwesen (IMW) der TU Clausthal über einen entsprechenden Erfahrungsschatz in der Entwicklung und Berechnung solcher Antriebs Elemente. Als Ergebnis sind Berechnungsansätze für die Gestaltfestigkeit entwickelt worden, die sich gegenüber klassischen Verfahren durch die

Ausnutzung des teilplastischen Bereiches auszeichnen. Dadurch sind signifikante Leistungssteigerungen erreichbar.

Das Betriebsverhalten solcher Welle-Nabe-Verbindungen ist aber nicht alleine durch die Gestaltfestigkeit der Bauteile bestimmt, sondern wird auch in erheblichem Maß durch das Verschleißverhalten beeinflusst. Die umfangreichen Untersuchungsergebnisse zum Betriebsverhalten wurden in zahlreiche Berechnungsansätze, Normen und Konstruktionshinweise umgesetzt, welche die Produktentwicklung in der antriebstechnischen Industrie qualitativ entscheidend verbessern. Das Vertrauen der Hersteller und Kunden in derartige Lösungen wurde durch solche Untersuchungen bedeutend gestärkt.

Aktuelle Untersuchungen befassen sich mit dem Einfluß verschiedener Oberflächenbeschichtungen und Schmiermittel auf das Verschleißverhalten von Zahnwellen-Verbindungen. In Kombination mit fertigungsbedingten Abweichungen der Verzahnungen kann es zu folgenschweren Schäden an solchen Verbin-

dungen kommen. Jüngstes Untersuchungsobjekt ist am IMW eine formschlüssige Welle-Nabe-Verbindung mit längspositionierten Stiften, die gegenüber einer klassischen Passfeder-Verbindung den Vorteil eines geringeren Platzbedarfes bei gleichzeitig reduzierter Korbwirkung realisiert. Für derartige Verbindungselemente existieren keinerlei Dimensionierungsgrundlagen. In Zusammenarbeit mit einem mittelständischen Kunststoffmaschinenhersteller führt das IMW systematische Untersuchungen zum Betriebsverhalten dieser Welle-Nabe-Verbindung durch, um Grundlagen für weitere Verwendungen zu schaffen.

Weitere Informationen:

*Technische Universität Clausthal
Institut für Maschinenwesen
Dr.-Ing. Günter Schäfer
Telefon: (05323) 72-3894
e-mail:
schaefer@imw.tu-clausthal.de
http://www.imw.tu-clausthal.de/wwwrd/papers/Be1.shtml.de*

12. Bohr- und Sprengtechnisches Kolloquium mit über 300 Teilnehmern

Von Dipl.-Ing. Martin Schmid

In der Aula der TU Clausthal fand am 26 und 27. Januar das 12. Bohr- und Sprengtechnische Kolloquium statt. Im Zeichen der ersten Anwendung der Sprengarbeit im Oberharz im Jahre 1632 treffen sich seit 1976 alle zwei Jahre Experten aus dem In- und Ausland. In zehn Fachvorträgen wurden die neuesten Erkenntnisse und der aktuelle Entwicklungsstand der Bohrtechnik und Sprengens im Bergbau dargestellt und diskutiert.

Prof. Knissel dankte als Organisator vom Institut für Bergbau in seiner Einführung den mittlerweile im Ruhestand befindlichen Kollegen Prof. Lürig und Prof. Wild für ihren bisherigen Einsatz für dieses Kolloquium. „Erfolg kommt nicht ohne Kreativität und Engagement“, so zeigte sich Knissel erfreut über die Teilnehmerzahl von 310 Anmeldungen in diesem Jahr. Das Kolloquium und seine große Akzeptanz ist einmal mehr ein Beweis für das Ansehen, daß die Technische Universität Clausthal und der Bergbau in Deutschland genießt.



Professor Dr.-Ing. Dr. h.c. Walter Knissel eröffnet das Kolloquium.

Vorträge live im Internet

Alle gehaltenen Vorträge sind anwendungsbezogen, wobei am Freitag die Bohrtechnik im Mittelpunkt steht und am morgigen Samstag die Sprengtechnik. Im Interesse der Sache wur-

den, auch über Firmengrenzen hinweg, diesmal häufig Autorenkollektive gebildet, was positiven Anklang fand. Eine Besonderheit dieser Veranstaltung stellte die Live - Übertragung des Kolloquiums im Internet dar. Unter der Adresse <http://www.bergbau.tu-clausthal.de/bus2001-/BuS2001.html>

können die Fachvorträge aus aller Welt auch im Nachhinein verfolgt werden.

Professor Knissel betonte, daß die Zukunftsfähigkeit einer Universität sich nicht nur durch die Attraktivität von Vortragsveranstaltungen zeige, sondern neben erfolgreicher Forschung auch die Lehre stets aktuell und dem verändernden Arbeitsmarkt angepaßt sein muß. Einem rückläufi-

gen heimischen Bergbau stehen wachsende Aktivitäten in verwandten Aufgabenbereichen und im Ausland bei deutschen Beteiligungen gegenüber. Mit der Einrichtung des Studienganges Geotechnik, Bergbau, Erdöl-/Erdgastechnik wurde diese Anpassung im Bergbaubereich frühzeitig vollzogen. Daß Bergingenieure aus Clausthal weiter in zunehmendem Maße gefragt sind, belegt die Tatsache, daß im vergangenen Jahr im Studienschwerpunkt Gewinnungsbergbau die Nachfrage nach Absolventen mehr als dreimal so hoch war wie das Angebot.

Heinz P.-Kemper-Preis verliehen

Zu Beginn der Veranstaltung hatte der Dekan des Fachbereiches Geowissenschaften, Bergbau und Wirtschaftswissenschaften, Professor Dr. rer. nat. Rolf Schwinn, die erfreuliche Aufgabe, den diesjährigen Träger des Heinz P.-Kemper-Preises zu würdigen. Diplomingenieur Martin Ebeling nahm den mit 2000 DM dotierten Preis, der jährlich an den Jahrgangsbesten in dem bergbaulichen Studiengang verliehen wird, dankend entgegen. Der allseits beliebte Bergmannsabend fand auch in diesem Jahr auf dem Haus des Corps Montania statt und wurde vom Bergschulchor, diesmal unter der Leitung von Wolfgang Schütze, fröhlich begleitet.



Der Dekan des Fachbereiches Geowissenschaften, Bergbau und Wirtschaftswissenschaften, Professor Dr. rer. nat. Rolf Schwinn (r.) zeichnete Dipl.-Ing. Martin Ebeling mit dem Heinz P. Kemper Preis des Jahres 2001 aus

Das Clausthaler SuperLab:

Chemische Experimente mit Supermarktprodukten

Von Georg Schwedt

Im Rahmen des Aktionsprogramms PUSH (public understanding of science and humanities) – Dialog Wissenschaft und Gesellschaft – wurde unserem Projekt "Chemische Experimente mit Supermarktprodukten unter der Lupe" im Dezember 1999 ein Förderpreis zuerkannt. Von 216 Anträgen wurden 22 durch eine finanzielle Förderung ausgezeichnet. Das Memorandum unterzeichneten am 27. Mai 1999 die Präsidenten und Vorsitzenden der Wissenschaftsgesellschaften (Deutsche Forschungsgemeinschaft, Max-Planck- und Fraunhofer-Gesellschaft, Wissenschaftsrat, Stifterverband sowie Hermann Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren und Wissenschaftsgemeinschaft Gottfried Wilhelm Leibniz) im Wissenschaftszentrum Bonn. Wesentliche Punkte dieses Memorandums, die sich auch im Clausthaler SuperLab verwirklichen lassen, sind:

- Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler werden aufgefordert, ihre Arbeit öffentlich auch in einer für den Nicht-Spezialisten verständlichen Form darzustellen.
- Hochschulen und Forschungseinrichtungen werden aufgefordert, die notwendige Infrastruktur bereitzustellen sowie Lehr- und Weiterbildungsangebote zu entwickeln, die die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler in die Lage versetzen, ihre Arbeit öffentlich zu präsentieren.

Die Akzeptanz chemischer Forschung bedarf ganz besonderer Anstrengungen. Insbesondere ist einem weit verbreitetem Vorurteil entgegen zu wirken, daß man nur Dinge oder Produkte benutzen solle, in denen keine Chemie enthalten sei. Diesem Vorurteil gilt es zu entgegnen, daß alles Chemie ist, was unser Leben betrifft. Hierfür sind Experimente besonders geeignet, die sich mit den "natürlichen" Inhaltsstoffen und auch mit den Zusatzstoffen (oft "natürlicher" Herkunft) in Produkten des Supermarktes bzw. des privaten Haushalts beschäftigen.

Das Konzept

1. Stufe: Vermittlung von chemischem Basiswissen

Die Zutatenlisten von Haushaltsprodukten - von den Lebensmitteln bis zu Reinigungsmitteln, Kosmetika, freiverkäuflichen Arzneimitteln und Produkten des Hobby- und Baumarktes

- enthalten nur die Namen ihrer Inhaltsstoffe. Die Eigenschaften und die Wirkungsweise, die sich hinter diesen oft komplizierten, für den Verbraucher vielfach unbekannten Stoffen verbergen, bleiben jedoch im Dunkeln und stiften eher Verwirrung. Für dieses Programm, das Stoffwissen auf der Grundlage von Alltagsprodukten vermitteln soll, wurden auch neuartige Experimente entwickelt. Mit Hilfe einfacher chemischer Versuche, die bis auf wenige Chemikalien ausschließlich mit den Haushaltsprodukten selbst durchgeführt werden, können interessierte Laien Stoffeigenschaften in Gestalt von Phänomenen (Farbreaktionen, Gasentwicklungen, Bildung neuer Stoffe, Entstehung und Isolierung verschiedenartiger in Wasser oder z.B. Spiritus unlöslicher Produkte) kennenlernen. Sie eignen sich auf diese Weise, d.h. gleichsam spielerisch, ein an Alltagsprodukten orientiertes Basiswissen der Chemie an.

Das Versuchsprogramm ist so aufgebaut, daß die Einzelversuche sich mit den Hauptinhaltsstoffen und Zusatzstoffen von Warengruppen (insgesamt 11), wie sie geordnet auch in den Regalen von Supermärkten zu finden sind, beschäftigen. Ein ausführlich beschriebenes und in den zu erwartenden Ergebnissen erläutertes beispielhaftes Experiment steht immer für eine Reihe eigener weiterer Entdeckungen mit anderen Produkten. Auch die Vergleiche von Produkten im Experiment spielen dabei eine wichtige Rolle. Zu Darstellung von Experimenten im kleinen Maßstab steht im SuperLab auch ein Mikroskop mit Videokamera und Monitor zur Verfügung. Das genannte Basiswissen umfaßt Bereiche der anorganischen, analytischen, organischen, physikalischen Chemie und der Biochemie.

Tabelle 1: Arbeitsplatzausrüstung im Clausthaler SuperLab

Gegenstand	Anzahl
Magnetrührer mit Heizplatte	1
Bechergläser 25 ml	2
Bechergläser 50 ml	2
Prozellanschale ø 6 cm	1
Glasflaschen 50 ml	6
Schnappdeckelgläser 20 ml	6
Schnappdeckelgläser 40 ml	6
Meßzylinder 10 ml	1
Spritzflaschen 250 ml	2
Plastikpipetten 3 ml	6
Plastiktrichter	2
Metallspatel	1
Glasrührstab	1
Reinigungsbürsten	2

Beispiele aus dem SuperLab-Programm

Eine Übersicht über die Warengruppen vermittelt die **Tabelle 1**. Mit einfachen Reagenzlösungen wie Rotkohlsaft (siehe **Bild 1**), Jodtinktur, Kalkwasser, eine Eisenauflösung (in Essigsäure) und einer Seifenauflösung (in Spiritus) lassen sich zahlreiche analytische Nachweisreaktionen durchführen. Der Rotkohlsaft ermöglicht pH-Bestimmungen (Abstufungen von einer pH-Einheit) und die Erkennung von reduzierenden Eigenschaften, z.B. durch Inhaltsstoffe von Fleckenmitteln oder auch Sulfid im Essig. Die Jodtinktur wird für Untersuchungen sowohl der Stärke (Unterscheidung von Amylose - Blaufärbung - und Amylopektin - Violettfärbung - sowie modifizierter Stärken) als auch von reduzierenden Zusatzstoffen (Beispiel Ascorbinsäure ▶



Bild 1: Nachweis von Ammoniak aus der thermischen Zersetzung von Hirschhornsalz mit Hilfe des pH-Indikators Rotkohlsaft auf einem Papierstreifen

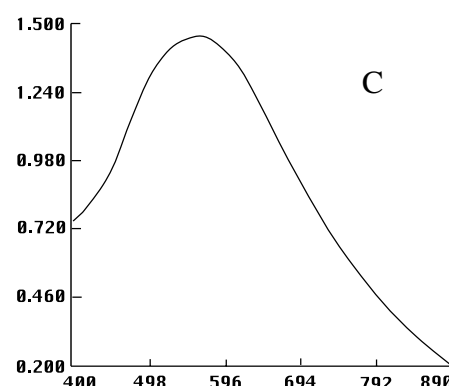
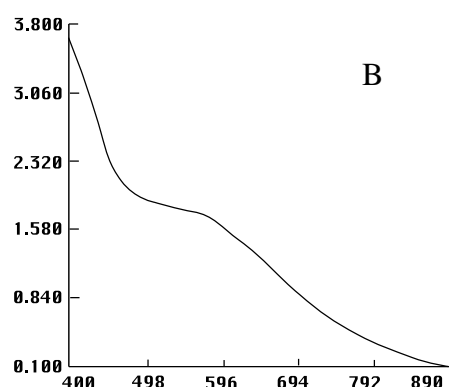
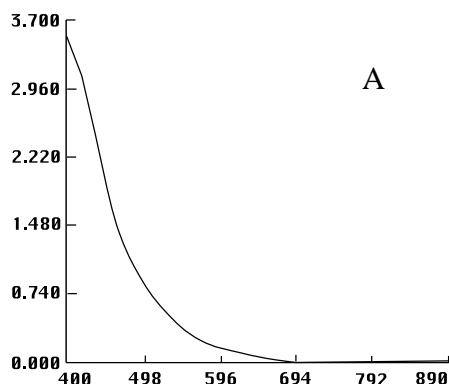


Bild 2:
Spektren von Eisen-Komplexverbindungen:
A) Aufguß von schwarzem Tee (verdünnt)
B) Tee-Aufguß mit Eisen(III)-Lösung
C) Eisen-Gallussäure-Komplex

oder Sulfid) eingesetzt. Mit Kalkwasser wird Kohlenstoffdioxid und nach dem Ansäuern mit Essigessenz auch Sulfat nachgewiesen. Die Eisenauflösung (von Eisenfeilspänen in Essigessenz) wird frisch eingesetzt zur Oxidation des Eisens (Fe^{2+} -Ionen) mittels Percarbonat (+ Soda in Fleckenentfernungs- oder Waschmitteln) und zur Demonstration der anschließenden Reduktion (mit Ascorbinsäure). Darüber hinaus wird die Bildung von Eisenkomplexen (s. **Bild 2**) mit Essigsäure nach der Oxidation, mit Teeinhaltsstoffen und mit Salicylsäure im Mundwasser oder auch in einer Hühneraugentinktur (s. **Bild 3**) (freiverkäufliches Arzneimittel) gezeigt. Die

Seifenauflösung schließlich wird je nach An- oder Abwesenheit komplexierender Zusatzstoffe (Komplexbildner EDTA oder Etidronsäure: (1-Hydroxyethyliden)-diphosphonsäure) mit natürlichem Mineralwasser höherer Calciumgehalte auf den Schäumeffect getestet. Weitere wichtige Stoffgruppen und deren Eigenschaften im Versuchsprogramm von über 100 erprobten Experimenten sind Eiweißstoffe, Fette und Emulgatoren, natürliche und synthetische Farbstoffe, spezielle organische Säuren wie Oxalsäure und Sorbinsäure, Kohlenhydrate und Enzyme (s. **Bild 4**). Als spezielle Inhaltsstoffe von Haushaltsprodukten werden die Eigenschaften von Ammoniak (in Metall-Polituren), Chlor (in WC-Reinigern), Zeolithen in Waschmitteln, Dithionit (und dessen Zerfall in Entfärbemitteln), Coffein in Kaffee und Tee, Indigofarbstoffe in Zuckerfarben, Dextrine (als Abbauprodukte der Stärke) und Pektine (in Geliermitteln) experimentell vorgestellt.

Multimediale Umsetzung des Versuchsprogramms

Aus diesem Versuchsprogramm, das entsprechend der Veränderungen im Angebot der Supermärkte ständig weiterentwickelt wird, wurden für einen Experimentiertag im Clausthaller SuperLab je Warengruppe jeweils drei bis vier Experimente ausgewählt. Die Arbeitsplätze sind mit einer einfachen Ausrüstung (s. **Tabelle 2**) ausgestattet, so daß eigene Untersuchungen nach den im SuperLab erhaltenen Anregungen auch an den Haushaltsprodukten daheim durchgeführt werden können. Darüber hinaus wurde ein Experimentierkasten (Kosmos, Stuttgart) „Chemie-Labor Küche“ mit einem ausführlichen Anleitungsbuch entwickelt. Die interessantesten Experimente, die vor allem die Basis für eine eigene Entdeckungsreise in die Produktvielfalt des Supermarktes ermöglichen, werden nach und nach im Internet vorgestellt. Ein umfangreicheres Angebot an Experimenten wird auf einer CD-ROM zur Verfügung stehen. Zunächst werden Informationen zu der Warengruppe, eine allgemeine Warenkunde, vermittelt. Über einen Link lassen sich dann die einzelnen Produktbereiche – z.B. Mehl/Stärke – aufrufen, zu denen jeweils Experimente mit Versuchsanleitung gezeigt werden. Hier findet der Benutzer auch Details zu den Stoffen, die auf dieser Ebene aber noch ohne chemische Formeln auskommen. Mit einem speziellen Link „Chemie“ ist dann die Ebene chemischer Gleichungen und Formeln (z.B. bei Mehl/Stärke „Strukturen der Stärke-Bestandteile“) mit Lite-

raturhinweisen zu erreichen. Die Verfügbarkeit im Netz ermöglicht es dem Chemie-Fachlehrer, Bausteine aus dem Experimentalprogramm flexibel in den Unterricht einzubringen. Dafür sollen auch die neuen Streaming Video/Audio-Techniken eingesetzt werden, die eine neue Dimension von Informationen im Internet, vor allem für Anwendung mit Experimenten, erschließen. Hiermit können vor allem zeitabhängige Reaktionen gezeigt werden.

Eine weitere Möglichkeit multimedialer Präsentation besteht in der Verwendung des Mikroskops bzw. einer Lupe in Verbindung mit flexibler Videokamera und Monitor. Diese Technik ist einerseits im SuperLab installiert, sie wird andererseits auch für Experimentalvorträge in Schulen und anderen Einrichtungen verwendet. Mit diesem Hilfsmittel lassen sich auch ästhetische Aspekte chemischer Reaktionen vermitteln.

2. Stufe: Brücken zur aktuellen, instrumentellen Analytik

Das Projekt hat nicht nur das Ziel, mit einfachen sowohl in Schulen als auch in der eigenen Küche nachvollziehbaren, d.h. auch gefahrlosen, Experimenten Eigenschaften von Alltagsstoffen und deren Reaktionen kennen, verstehen und beurteilen zu lernen. Für die Wege zur aktuellen Forschungsanalytik hier einige Beispiele: Der Zerfall des Reduktionsmittels Dithionit in Entfärbemitteln in mehrere Schwefelspezies (Anionen wie Sulfid, Sulfid und Thiosulfat sowie auch zu elementarem Schwefel) ist im einfachen Experiment nur am Sulfid (Schwarzfärbung einer Kupfersalzlösung durch Bildung von Kupfersulfid) darstellbar. Zur Aufklärung der Zerfallsmechanismen wurden von uns in neueren Arbeiten die Methoden Voltammetrie und Kapillarelektrophorese eingesetzt, deren Prinzip und Leistungsfähigkeit Fortgeschrittenen (wie Fachlehrern) an diesem Beispiel aus dem Alltag demonstriert werden. Damit wird zugleich ein Kapitel aus der aktuellen Elementspezies-Forschung behandelt.

Die Frage, warum der altbewährte Rotkohlsaft soviel besser zur pH-Indikation geeignet ist, wird mit Hilfe der Flüssigkeits-Chromatographie ►



Bild 3: Nachweis der Salicylsäure mit einer Eisen(III)-Lösung aus Eisenfeilspänen in Essig



Bild 4: Enzymtest mit Zwiebelschale

Tabelle 2: Die Warengruppen des Clausthaler SuperLab

- I. Zucker, Mehle, Backmittel, Backmischungen, Brot
- II. Kartoffel/-produkte, Reis, Haferflocken, Teigwaren
- III. Obst und Gemüse (Konserven und Säfte) - und andere Getränke
- IV. Salz, Essig und Gewürze; Öle und Fette; Fischkonserven
- V. Fertigsuppen und -soßen, Puddingpulver
- VI. Milch, Eier und deren Produkte
- VII. Süßwaren, Tee, Kaffee und Kakao
- VIII. Reinigungs-, Putz- und Waschmittel
- IX. Körperpflegemittel
- X. Freiverkäufliche Arzneimittel
- XI. Produkte aus dem Bau- und Hobbymarkt

(HPLC) belegt: Im Rotkohlsaft ist im Unterschied zu anderen roten Säften nur ein Hauptanthocyan enthalten, wie eine Auftrennung der Anthocyan-gemische im Vergleich überzeugend belegt. Außerdem werden UV/VIS-Spektren unterschiedlicher Säfte bei unterschiedlichen pH-Werten aufgezeichnet und verglichen.

Die Chemie des Eisens wird wie oben beschrieben einerseits in einfachen Versuchen vorgestellt, andererseits liefert die Voltammetrie eine differenzierte Analyse nach Eisen(II)- und Eisen(III)-Ionen, die Ergebnisse Atomabsorptionsspektrometrie (AAS) zeigen, welche Begleitelemente wie möglicherweise Zink, Blei, Mangan, Magnesium in Eisen/Stahlprodukten des Alltags enthalten sein können. Über die einfachen, den Möglichkeiten in Schulen angepassten Experimenten hinaus werden somit auch die modernen Methoden der instrumentellen Analytik, deren Einsatzmöglichkeiten und Leistungsvermögen für die jeweils vorgestellten Stoffe gezeigt und prinzipiell erläutert.

Diese Beispiele verdeutlichen die Brückenfunktion des Clausthaler SuperLab auch zur aktuellen angewandten (d.h. problemorientierten) Forschungsanalytik im Institut für Anorganische und Analytische Chemie der TU Clausthal. Ziel des Versuchsprogrammes ist es auch, aufgrund der erworbenen elementaren Stoffkenntnisse einen kritischen Verbraucher heranzubilden. Er soll in der Lage sein, eine Entscheidung zwischen Produkten mit unterschiedlichen Zusammensetzungen zu treffen, so z.B. die Frage experimentell beantworten zu können, ob er für sein weiches Wasser überhaupt eine Seife mit EDTA und Etidronat oder zur Fleckenentfernung ein Mittel mit Schwefelwasserstoff bildendem Dithionit benötigt.

Ein weiteres aktuelles Thema ist die Darstellung des Themas Bioverfügbarkeit von Mineralstoffen und Spurenelementen an den Beispielen Calcium oder Eisen. Auch für diese Fragestellung werden anhand einfacher Modellversuche Grundlagen vermittelt, die in Verbindung zur Forschung im In-

stitut stehen. Für die Experimente im SuperLab werden Mineralstoff-Brausetabletten eingesetzt; die differenzierte Analytik im Forschungslabor wird u.a. mit Hilfe von Sensoren wie ionenselektiven Elektroden demonstriert. Aus aktuellen Forschungsvorhaben werden so einerseits einfache Versuche (s. Zerfall des Dithionits, Elementspeziesanalytik des Eisens) entwickelt, andererseits ergeben sich auch aus den Experimenten mit Supermarktprodukten (z.B. Farbreaktionen von Ninhydrin mit Aminosäuren und Proteinen - Temperatur- und Zeitabhängigkeit) Fragen, die nur mit Hilfe instrumenteller Methoden im Detail zu beantworten sind.

Prof. Dr. Georg Schwedt
Institut für Anorganische und Analytische Chemie
Paul-Ernst-Straße 4
38678 Clausthal-Zellerfeld
Tel.: 05323/72-2209
Fax: 05323/72-2995

Wie lange noch?

Trinkwasser aus Grundwasserleitern

Von Fred Hesser

Warum ist unsere Trinkwasserversorgung gefährdet?

In vielen Trinkwassergewinnungsanlagen werden Grundwässer gefördert, die seit Jahren eine Verschlechterung der Qualität

aufweisen. An einigen Brunnen wurde die Förderung aus diesem Grunde bereits eingestellt. Die Zukunft unserer Trinkwasserversorgung hängt entscheidend vom Schutz des Rohstoffes Grundwasser ab. Wir müssen die Verfügbarkeit von qualitativ gutem Grundwasser nachhaltig gewährlei-

sten. Nur dadurch kann die in Deutschland vergleichsweise gute Versorgung mit Trinkwasser – das zu 73% aus Grundwasser gewonnen wird – aufrechterhalten werden. Grundwässer, die durch eingetragene Stoffe belastet sind, müßten mit teuren technischen Verfahren aufbereitet werden, damit sie den Anforderungen der bestehenden EU-Richtlinie über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch entsprechen. Trotz bestehender Gesetzgebungen und Maßnahmen zum Schutz des Grundwassers gelangen jedoch immer noch grundwassergefährdende Stoffe in den Untergrund. Beispielsweise sind in den östlichen Bundesländern nach dem neuesten Umweltgutachten (Rat der Sachverständigen für Umweltfragen 2000) ca. 60% der Grundwasservorkommen hinsichtlich ihrer Grundwasserbeschaffenheit durch anthropogene Aktivitäten beeinträchtigt.

Lokale und punktförmige Verunreinigungen des Grundwassers durch Altlasten, Leckagen oder ▶

Unfälle bei Schadstofftransporten werden durch behördliche Maßnahmen zum Schutz des Grundwassers weitgehend vermieden oder im Schadensfall saniert. Daneben gibt es flächige und diffuse Stoffeinträge über Luftschadstoffe (z. B. saurer Regen) oder Nährstoffe und deren Umwandlungsprodukte aus landwirtschaftlicher Düngung. Solche flächigen Stoffeinträge wurden z. B. durch Luftreinigungsmaßnahmen an Kraftwerken und durch die Einführung des Düngemittelgesetzes ebenfalls vermindert. Die jetzt politisch angestrebte Förderung des ökologischen Landbaus und der zurückgehende Rinderbestand könnte zu einem weiteren Rückgang der Stickstoffeinträge aus landwirtschaftlich genutzten Flächen führen. Dennoch gelangen solche Stoffe nach wie vor auf Felder, Wiesen und Wälder und werden mit dem Sickerwasser durch den Boden in das Grundwasser transportiert. Die bereits eingetragenen Stoffe sind auf ihrer jahrzehntelangen Passage durch den Grundwasserleiter noch solange „aktiv“, bis sie durch geeignete Reaktionspartner im Feststoffgerüst „deaktiviert“ bzw. abgebaut werden. Viele dieser Reaktionspartner liegen nur mit geringen Gehalten im Feststoffgerüst des Grundwasserleiters vor – in Norddeutschland hauptsächlich Sand und Kies – und werden bei der Reaktion mit den eingetragenen Stoffen aufgebraucht. In Bereichen mit massiven Einträgen solcher Schadstoffe verliert der Grundwasserleiter unwiederbringlich seine „Abbau-“ bzw. „Reinigungskapazität“.

Der Abbau der Schadstoffe ist gekoppelt mit dem Abbau der „Reinigungskapazität“.

Mit der Abbaureaktion der Schadstoffe im Grundwasserleiter entstehen Reaktionsprodukte, die mit dem Grundwasser transportiert und nach der Untergrundpassage in die Förderbrunnen gelangen. Solche Umwandlungs- bzw. Folgeprodukte können ebenfalls Schadstoffe sein oder sind zumindest in höheren Konzentrationen im Trinkwasser unerwünscht. Aufgrund der langen Aufenthaltszeiten wurde ein Teil der Grundwässer, die mit den ursprünglichen Schadstoffen oder den Reaktionsprodukten belastet sind, noch gar nicht gefördert. Die allgemeine Verschlechterung der Wasserqualität wird also trotz Gegenmaßnahmen je nach Standort noch Jahre bis Jahrzehnte anhalten.

Welche Stoffe gefährden das Grundwasser?

Zu den flächig und diffus eingetragenen Stoffen, die nachhaltige Veränderungen der Grundwasserleiter verursachen, gehören Säuren und Oxidationsmittel. Schwefel- [H_2SO_4], Salpeter- [HNO_3] und Salzsäure [HCl], die mit dem Regen aus der Atmosphäre gewaschen werden, bedingen die zunehmende Versauerung der Böden und letztlich auch der Grundwasserleiter. Schwefel- und Salpetersäure wirken zudem mit ihren Anionen Sulfat [SO_4^{2-}] und Nitrat [NO_3^-] als Oxidationsmittel.

Sauerstoff als stärkstes natürliches Oxidationsmittel gelangt seit jeher in den Grundwasserleiter. Sauerstoff löst sich aber nur in vergleichbar geringer Konzentration im Sicker- und Grundwasser

und wird bei der Oxidation abgestorbener Biomasse (aerobe Atmung) verbraucht. Die Oxidation dieser organischen Substanz erfolgt vorwiegend in der Bodenzone mit den festen Bestandteilen und in den oberen Bereichen des Grundwasserleiters mit den gelösten Bestandteilen der Biomasse. Oberflächennah bildet sich eine Zone mit gelöstem Sauerstoff (aerob) im Grundwasserleiter aus, die eine tiefere sauerstofffreie Zone (anaerob) überlagert. Über Jahrtausende haben sich im Grundwasserleiter diese Redoxverhältnisse aufgebaut und aufrechterhalten.

Neben dem organischen Kohlenstoff wird auch der organisch gebundene Stickstoff vom Sauerstoff oxidiert. Mit diesem Prozeß wird Ammonium [NH_4^+] zu Nitrat umgewandelt und der Stickstoff für die Pflanzen wieder verfügbar. Der natürliche Stickstoffkreislauf im Boden ist damit geschlossen. Verluste im Kreislauf werden durch Bakterien ausgeglichen, die Stickstoff aus der Luft binden. Die intensivierte Landwirtschaft entzieht dem Kreislauf durch die Ernte große Mengen des benötigten Stickstoffs. Um diesen Stickstoffverlust auszugleichen, werden Ackerflächen und Wiesen mit Nitrat- und Ammoniumstickstoff gedüngt. Zuviel oder in der wachstumsfreien Zeit aufgebrachter Stickstoff kann nicht vollständig von den Pflanzen aufgenommen werden. Diese Nitratüberschüsse werden vom Sickerwasser zum Teil in sehr hohen Konzentrationen aufgenommen und ins Grundwasser verfrachtet.

Nitrat ist nach Sauerstoff das zweitstärkste natürliche Oxidationsmittel und verändert nachhaltig die Redoxverhältnisse im Grundwasserleiter.

Sowohl die Versauerungs- als auch die Oxidationsprozesse im Grundwasserleiter bewirken große nachteilige Effekte im Hinblick auf die Nutzung des Grundwassers.

Was geschieht bei der Boden- und Grundwasserversauerung?

In den abgelagerten Sanden und Kiesen, die heute als Grundwasserleiter fungieren, sind auch geringe Mengen an Kalk [Kalzit, CaCO_3] vorhanden. Durch seine eigene Auflösung ist Kalk in der Lage, Säure zu puffern. Somit bilden sich immer größere Bereiche im Boden und letztlich im Grundwasserleiter aus, die kalkfrei sind. Die Versauerungsfront, an der die stets nachgeführte Säure erstmals auf noch vorhandenen Kalk trifft, wandert also immer

tiefer in vertikaler Richtung durch den Grundwasserleiter. Ein immer größer werdender Anteil des Grundwassers gelangt deshalb auf seinem Fließpfad gar nicht mehr durch kalkhaltige Bereiche und gelangt ungepuffert in den Förderbrunnen.

Was sind die Folgen einer Versauerung?

Mit der Auflösung von Kalk werden Kalziumionen [Ca^{2+}] freigesetzt, die die Gesamthärte des Grundwassers erhöhen. Ist der Boden bereits kalkfrei, werden andere Puffermechanismen auf niedrigeren pH-Wert-Stufen aktiviert. Einer dieser Mechanismen ist die Auflösung von Aluminosilikaten (z. B. Tonminerale) unter Freisetzung von trinkwassergefährdenden Aluminiumionen [Al^{3+}], die nur bei geringen pH-Werten mobil sind. Diese Aluminiumionen gelangen jedoch nicht vollständig in das Trinkwasser. Bei der Förderung des Wassers aus verschiedenen Tiefenbereichen entstehen im Brunnen immer Mischwässer. Das oberflächennah versauerte Grundwasser vermischt sich mit den pH-gepufferten Wässern aus tieferen Bereichen. Dadurch wird der pH-Wert in den Neutralbereich gebracht, und die Aluminiumionen fallen sofort als schleimartiges Aluminiumhydroxid [$\text{Al}(\text{OH})_3$] und in Form von Aluminiumhydroxosulfaten aus. Diese Ablagerungen verstopfen binnen kurzer Zeit die Filter der Förderbrunnen. Bei niedrigen pH-Werten werden neben den Aluminiumionen auch trinkwassergefährdende Schwermetalle mobilisiert.

Auch im Oberharz wurden weit fortgeschrittene Versauerungsfronten im Boden festgestellt. Gelöste Aluminiumionen und Schwermetalle wirken toxisch auf Baumwurzeln und stellen eine Gefahr für den Waldbestand dar. Großflächig aufgebrachter Kalk, der mit Hubschraubern über den Waldgebieten verteilt wird, bewirkt eine pH-Pufferung der sauren Niederschläge innerhalb der obersten Bodenschichten. ▶

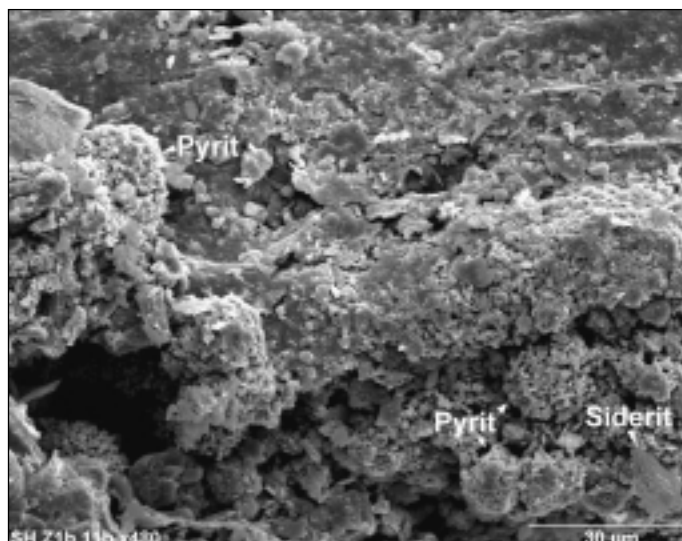


Bild 1: Raster-Elektronen-Mikroskopische Aufnahme eines Holzpartikels aus einem Grundwasserleiter (die Holzstruktur ist im oberen rechten Bereich zu erkennen) mit aufgewachsenem Pyrit und Siderit

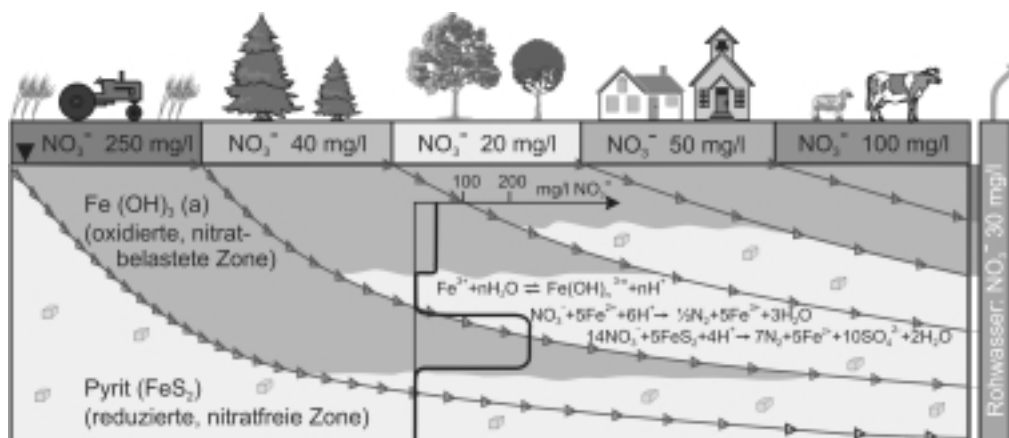


Bild 2: Schematisches Profil durch einen Grundwasserleiter mit unterschiedlichen Nitratreinträgen und entsprechend fortgeschrittenen Oxidationsfronten

Was geschieht bei der zunehmenden Oxidation des Grundwasserleiters?

In Poren-Grundwasserleitern sind einige Minerale sowie organische Bestandteile enthalten, die eingetragene Oxidationsmittel puffern können. Diese wurden in heterogener Verteilung mit dem Sediment abgelagert. Zudem kam es im Laufe der Jahrtausende zu einer Ausfällung von Mineralen, wenn Sulfat $[\text{SO}_4^{2-}]$ und/oder Eisen(III) $[\text{Fe}^{3+}]$ als Oxidationsmittel für organischen Kohlenstoff $[\text{C}(\text{O})]$ dienten. Dabei wurden Sulfat und Eisen(III) reduziert. Mit der Reduktion wurden Eisensulfide wie Pyrit $[\text{FeS}_2]$ oder das Eisenkarbonat Siderit $[\text{FeCO}_3]$ ausgefällt, die auf Sandkörnern und organischen Partikeln aufwuchsen (s. Bild 1).

Die primär abgelagerten und die sekundär gewachsenen Mineralphasen von Pyrit und Siderit bauen zusammen mit dem noch vorhandenen organischen Kohlenstoff die Reduktionskapazität der Grundwasserleiter auf. Je größer diese Reduktionskapazität ist, desto größer ist auch das Vermögen, das eingetragene Nitrat abzubauen.

Im Falle des Pyrits läuft der Abbau nach dem in Bild 2 dargestellten Reaktionsschema ab.

Was sind die Folgen einer fortschreitenden Oxidation?

Wie die Säurefront, die sich durch Auflösung von im Sediment eingelagertem Kalk immer tiefer in den Grundwasserleiter bewegt, wandert auch die Oxidationsfront durch Auflösung von Pyrit, Siderit und organischen Verbindungen (s. Bild 2).

Mit fortschreitender Oxidationsfront gelangt immer mehr nicht abgebautes Nitrat in das Mischwasser des Förderbrunnens. Ab einer Nitratkonzentration von 50 mg/l (Grenzwert der o. g. EU-Richtlinie) kann das geförderte Rohwasser nicht mehr direkt als Trinkwasser genutzt werden. In der Praxis werden solche Wässer häufig mit geringer belasteten Wässern ge-

mischt. Laut Umweltgutachten 2000 weisen bereits rund 25% der in Deutschland erfaßten Grundwasseranalysen eine Konzentration von mehr als 50 mg/l Nitrat auf.

Wird zum Abbau des Nitrats Pyrit aufgelöst, wird der darin enthaltene reduzierte Sulfidschwefel $[\text{S}^-]$ oxidiert und als Sulfat freigesetzt. Damit steigt die „Sulfathärte“ im Förderwasser an. Bei der Oxidation von organischem Kohlenstoff werden Hydrogenkarbonationen $[\text{HCO}_3^-]$ freigesetzt, die die Karbonathärte des Wassers erhöhen.

Welche Konsequenzen ergeben sich für das Bewirtschaften der Grundwasservorkommen?

Die zunehmenden Nitratkonzentrationen und ansteigende Wasserhärten erfordern ein effekti-

ves Wasserbeschafftheits-Management bei der Bewirtschaftung der Grundwasservorkommen. Bisher stand bei der Erschließung und Bewirtschaftung von Grundwasservorkommen die Menge des verfügbaren Wassers im Vordergrund. Die Wasserbeschafftheit war in den meisten Grundwasserleitern so gut, daß ohne oder mit kostengünstigen Aufbereitungsmaßnahmen (z. B. Enteisenung) die Vorgaben der EU-Richtlinie über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch eingehalten werden konnten.

Ein ausgereiftes Managementsystem zur Bewirtschaftung der Grundwassermenge hat sich deshalb über Jahrzehnte entwickelt. Damit soll die Förderrate möglichst an die Rate der Grundwasserneubildung angepaßt bzw. eine zu starke und damit nicht nachhaltige Förderung vermieden werden.

Die Regelung der Förderrate beruhte auf empirischen Erfahrungen, die aus dem Vergleich von Förderrate und dadurch erzeugter Grundwasserabsenkung stammten. Heute dienen ausgereifte numerische Grundwasserströmungsmodelle dem Management des hydraulischen Systems Grundwasserleiter. Damit lassen sich beispielsweise Einzugsgebiete einzelner Brunnen ermitteln und Absenkungsszenarien des Grundwasserspiegels bei verschiedenen Fördermengen durchrechnen.

Erst durch die Modellierung des hydraulischen Systems wurde es möglich, Prognosen zu erstellen, die für das langfristige Management der Wassermenge erforderlich sind.

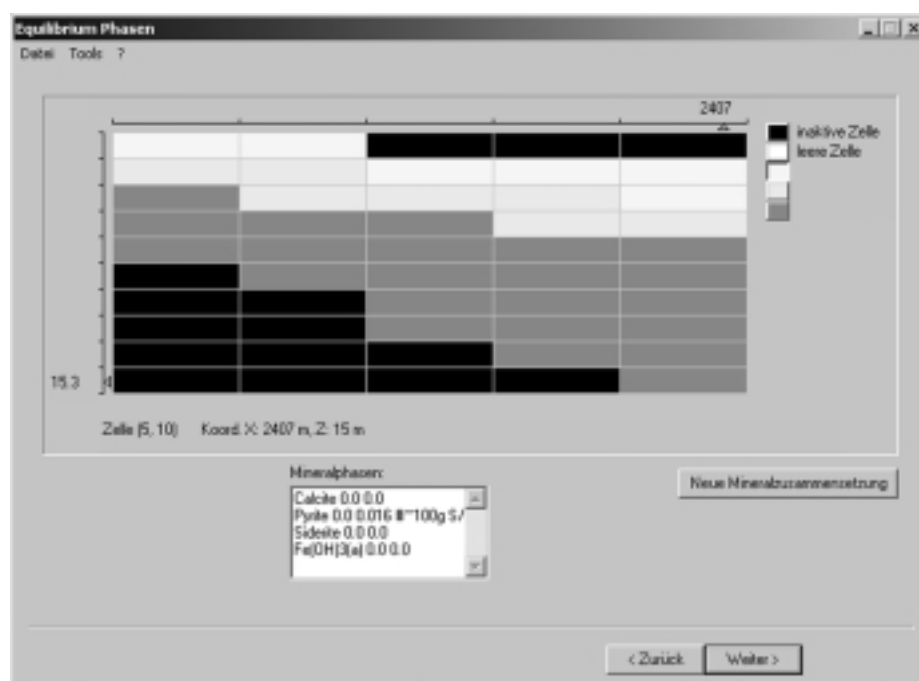


Bild 3: Ein Menü von PHREAQUIFER, das die Eingabe der Mineralphasen zu Beginn der Berechnung ermöglicht

Prognose der Grundwasserbeschaffenheit wird benötigt

Entsprechende Modellierungen werden nun dringend benötigt, mit denen die Entwicklung der Grundwasserbeschaffenheit prognostiziert werden kann. Nur wenn für ein Einzugsgebiet einer Grundwasser-

an die Transportgleichung „gehängt“. Vielmehr wird der Eingabedatei eines Programms, das speziell zur Berechnung der chemischen Reaktionen zwischen festen Phasen und den in Wasser gelösten Stoffen erstellt wurde, eine Funktion zur Verfrachtung der Stoffe mitgegeben. Diese zweidimensionale Funktion zur Stoffverfrachtung wird vorher mit einem her-

Stoffkonzentrationen in der festen Phase (s. **Bild 4**) und dem Grundwasser, als auch die Stoffkonzentrationen im Förderwasser (s. **Bild 5**) nach jedem Zeitschritt der Berechnung ausgelesen werden.

Leider ist die Informationsdichte über die hydrogeochemischen Eigenschaften des Grundwasserleiters sehr gering. Bei bisher durchgeführten Bohrungen zum Bau von Grundwassermeßstellen wurden die Feststoffproben in den meisten Fällen nur auf ihre Eigenschaften hinsichtlich der Grundwasserströmung untersucht.

Aufgrund der immer höheren Auflagen bei der Grundwasserbeschaffenheits-Überwachung werden regelmäßig Grundwässer aus Meßstellen entnommen und analysiert. Bei deren Bau wurde aber noch Wert auf eine repräsentative Grundwasserprobe aus dem gesamten Bereich der Grundwassermächtigkeit gelegt. Die Meßstellen sind deshalb häufig mit Filterstrecken versehen, die einen großen Bereich der Grundwassermächtigkeit erfassen. Bei der Probenahme kommt es daher immer zur Bildung von Mischwässern aus unterschiedlichen Bereichen der Grundwassermächtigkeit. Weil sich Säure- und Oxidationsfronten in vertikaler Richtung durch den Grundwasserraum bewegen, handelt es sich bei den gewonnenen Proben meist um Mischwässer aus unterschiedlichen chemischen Milieus. Mit den Analysedaten solcher Proben kann keines der vorhandenen chemischen Milieus charakterisiert werden.

Aufgrund dieses Informationsmangels ist ein Modell mit einer relativ geringen Anzahl an Zellen zunächst ausreichend, um erste Prognosen zu erstellen. Werden genauere Prognosen benötigt, müssen zusätzliche Untersuchungen durchgeführt werden, die eine höhere räumliche Auflösung mit einer entsprechend größeren Anzahl an Zellen rechtfertigen.

Dipl.-Geol. Fred Hesser
Institut für Geologie und Paläontologie
Leibnizstraße 10
38678 Clausthal-Zellerfeld
Tel.: 05323/72-2142
Fax: 05323/72-2903

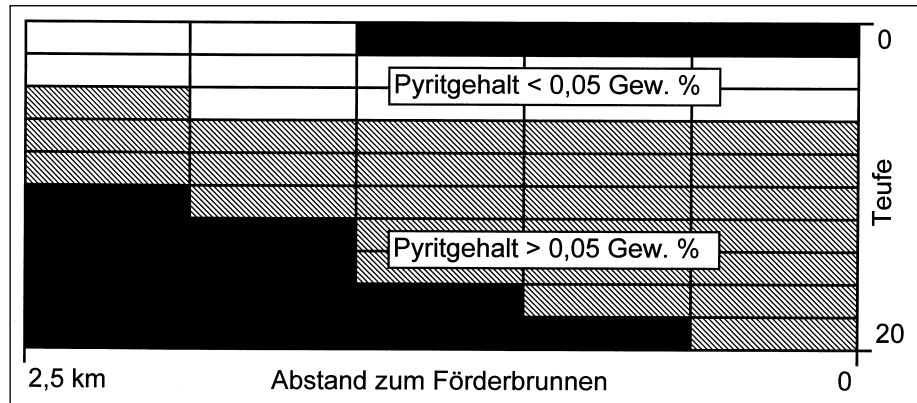


Bild 4: Verteilung der Pyritgehalte im Grundwasserleiter zum Zeitschritt 2010 (schwarze Felder weisen keine Grundwasserströmung auf) (vereinfacht)

gewinnungsanlage bekannt ist, wie sich die Konzentrationen relevanter Stoffe im Förderwasser künftig entwickeln werden, lassen sich folgende Fragen beantworten:

- Ist die Förderung von nutzbarem Rohwasser langfristig gesichert?
- Mit welchen Aufbereitungskosten muß künftig gerechnet werden?
- Sind Präventivmaßnahmen rentabel, und wenn ja, wo und wie erreichen sie den größten Nutzen?

Die erforderlichen Prognosen lassen sich nur mit numerischen Modellierungen der Grundwasserbeschaffenheit erstellen. Der Aufbau solcher Modelle ist aber weitaus komplexer als der Aufbau von Grundwasserströmungsmodellen.

In Relation zum hydraulischen System ist das hydrogeochemische System bisher schlecht erforscht. Es besitzt wesentlich mehr Einflußfaktoren, die auch das gesamte hydraulische System einschließen, weil gelöste Stoffe mit dem Grundwasser transportiert werden.

Es wurde bereits versucht, die hydrogeochemischen Reaktionen an bestehende Stofftransportmodelle zu koppeln. Dabei wurden die ohnehin komplexen Transportgleichungen der Grundwasserströmungsmodelle um weitere Terme zur Simulation der chemischen Reaktionen ergänzt. So entstanden sehr komplexe Modelle, deren Funktionsweise nur noch von sehr wenigen „Insidern“ nachvollzogen werden kann. Dies ist mit ein Grund dafür, daß solche Modelle in der Praxis noch nicht verbreitet sind.

Das Prognoseinstrument PHREAQUIFER

Mit dem Modell PHREAQUIFER (s. **Bild 3**) werden nicht die hydrogeochemischen Reaktionen

kömmlichen Grundwasserströmungsmodell, das den zu berechnenden Grundwasserlängsschnitt in diskrete Zellen aufteilt, ermittelt. Die Ergebnisse der Berechnung werden automatisch ausgelesen und zusammen mit den hydrogeochemischen Daten zu einer Eingabedatei für das hydrogeochemische Modell umgesetzt. In der Eingabedatei stehen dann die Rechenanweisungen als sequentielle Mischungsrechnungen von Wässern in den Zellen des Modells. Über eine Wiederholung dieser Anweisungskette wird die Berechnung über beliebig viele Zeitschritte möglich.

Mit diesem Modell kann prognostiziert werden, wie sich Konzentrationen einzelner Stoffe in Abhängigkeit von Transport und chemischen Reaktionen entwickeln. Es können sowohl die Verteilung der

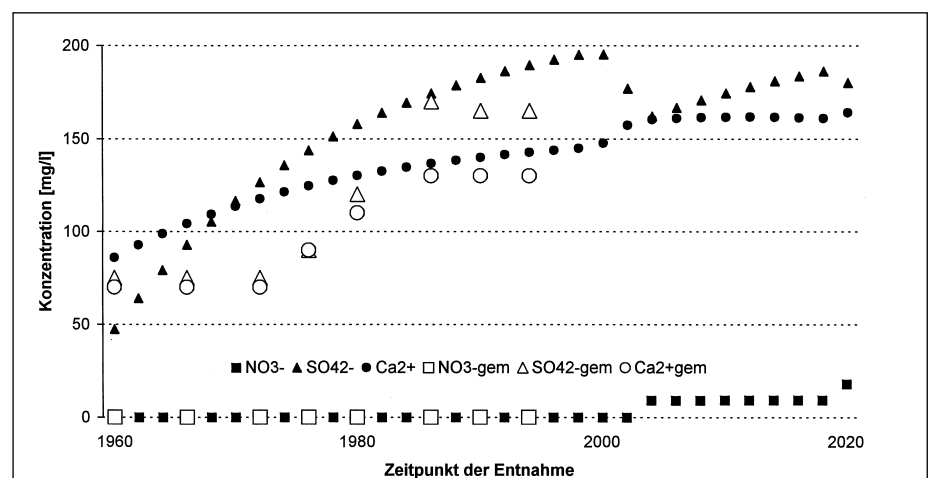


Bild 5: Vergleich zwischen gemessenen und modellierten Konzentrationen von Nitrat, Kalzium und Sulfat im Förderwasser eines Brunnens (vereinfacht)

Am Institut für Maschinenwesen wurde eine Studienarbeit betreut, die in Zusammenarbeit mit der Collins Motor Corporation Pty. Ltd. (CMC) in Melbourne angefertigt wurde und sich mit Untersuchungen an Kurbelschlaufenmotoren befaßte. Der vorliegende Artikel gibt einen kurzen Einblick in den Aufbau und die Funktionsweise der dort entwickelten Kurbelschlaufenmotoren.

Aufbau des Kurbelschlaufenmotors

Die CMC-Kurbelschlaufenmotoren (**Bild 1**) sind durch eine horizontale Zylinderanordnung – ähnlich

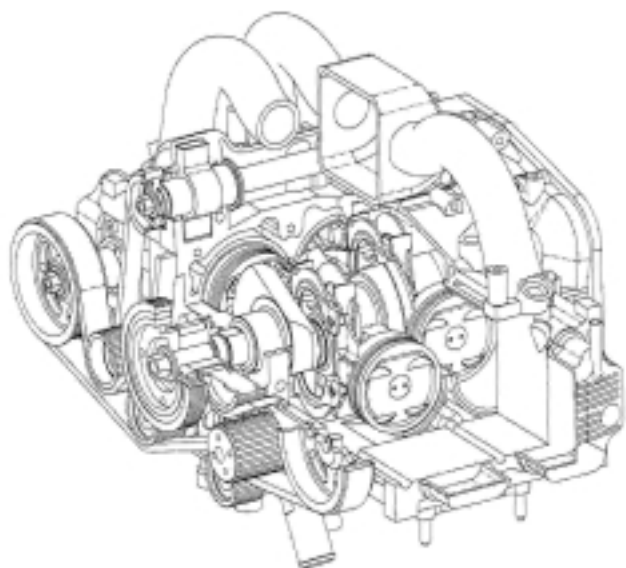


Bild 1: Schnittdarstellung eines 4-Zylinder-Kurbelschleifenmotors [1]

einem Boxermotor – charakterisiert und besitzen ebenso wie dieser ein geteiltes Kurbelgehäuse. Die Steuerung des Gaswechsels erfolgt durch zwei oben liegende Nockenwellen. Die neuesten Versionen der CMC-Kurbelschlaufenmotoren besitzen ein schaltbares Saugrohr. Der im folgenden beschriebene Kur-

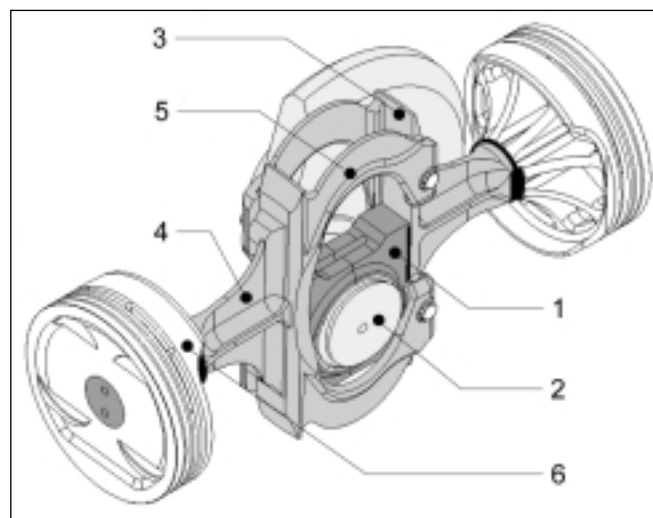


Bild 2: Aufbau des Kurbelschlaufenmechanismus [2]

Bauelement zur Bewegungsumwandlung in Verbrennungsmotoren

Die Kurbelschlaufe

Von Steffen Otto

belmechanismus ist der wesentliche Unterschied zu herkömmlichen Verbrennungsmotoren.

KURBELSCHLAUFENMECHANISMUS

Der Kurbelschlaufenmechanismus (**Bild 2**) besteht aus einem geteilten Gleitblock (1), der mit einem Gleitlager auf dem Kurbelzapfen (2) einer konventionell gestalteten Kurbelwelle angeordnet ist. Der Gleitblock wird seitlich von den parallelen Pleuelenden (3) geführt. Diese beiden Linearlager sind das Kernstück des Kurbelschlaufenmecha-

nismus. Sie verhinderten in der Vergangenheit den Einsatz dieser Technik in schnelllaufenden Motoren, weil die Schmierung der Gleitflächen für hohe und wechselnde Lasten nicht ausreichend war. Das in den CMC-Kurbelschlaufenmotoren angewendete, patentierte Schmierungssystem hat in Prüfstandsversuchen und Prototypenmotoren jedoch bewiesen, daß eine vollständige Trennung der Kontaktflächen auch unter den oben genannten Betriebsbedingungen gesichert ist. Dabei wird das Öl über den Kurbelzapfen und das Gleitlager der Linearführung in definierten Zeitintervallen zugeführt.

Die beiden gegenüberliegenden Pleuel (4) sind mit Hilfe der sogenannten C-Plates (5) starr miteinander verbunden. Im Gegensatz zu früheren Designversionen, in denen die C-Plates als se-

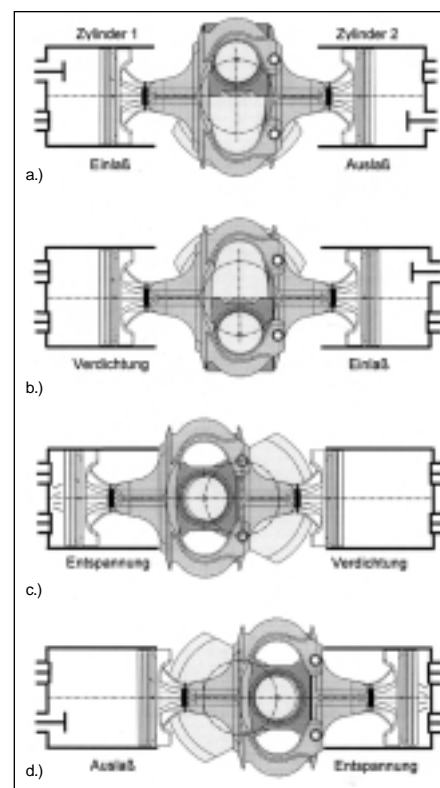


Bild 3: Arbeitszyklus [2]; a) 90°KW, b) 270°KW, c) 360°KW, d) 540°KW

parate Bauteile ausgeführt waren, sind diese im jetzigen Konstruktionsstadium fest mit dem Pleuel verbunden. Diese konstruktive Ausführung garantiert einen verformungssteifen Aufbau der Kurbelschleife, der für die störungsfreie Gleitbewegung eine Grundvoraussetzung ist.

Die aus Aluminium gefertigten Kolben (6) sind fest mit dem Pleuel verschraubt. Dadurch ist in Verbindung mit den zahlreichen Rippen an der Kolbenunterseite eine sehr gute Abfuhr der Wärme vom Kolbenboden möglich.

Funktionsweise

Bild 3 zeigt den prinzipiellen Ablauf eines Taktzyklus in einem Kurbelschlaufenmotor. Dabei wurde die Darstellung so gewählt, daß sowohl die beiden Totpunktpositionen als auch die Stellungen bei halbem Hub deutlich werden. ▶

Der Gleitblock bewegt sich mit dem Pleuellager auf einer kreisförmigen Bahn um die Achse der Pleuellager (angedeutet durch den strichpunktierten Kreis). Die starr miteinander verbundenen Pleuellager bewegen sich ausschließlich in Richtung der Zylinderachse; es treten keine Bewegungsanteile senkrecht zur Zylinderachse auf. Die Pleuellagerpunkte der gegenüberliegend angeordneten Pleuellager folgen 180° voneinander versetzt zueinander.

Aus den Darstellungen wird deutlich, daß die Pleuellagerkomponente, die der Gleitblock in Richtung der Zylinderachse verfährt, genau der Verschiebung des Pleuellagers entspricht. Im Gegensatz zu konventionellen Pleuellagermechanismen bewegen sich demnach die Pleuellager beim Pleuellagermotor in einer exakt sinusförmigen Bewegung. Dies bewirkt, daß der Pleuellagermotor mit minimalem Aufwand vollständig ausbalanciert werden kann.

Während des Pleuellagerstaktes befindet sich der Gleitblock nahezu in der Mittelposition innerhalb der Pleuellagerkomponente. Die Pleuellagerkraft wird direkt am Ort ihrer Einleitung (Pleuellagerboden) aufgenommen und auf kürzestem Wege zum Gleitblock geleitet. Die Pleuellagerkomponente ist in dieser Position durch ein sehr starres Verhalten (kurzer Kraftfluß) charakterisiert. Daraus abgeleitet kann weiterhin festgestellt werden, daß die geringen Pleuellagermomente durch niedrige Pleuellagerseitenkräfte abgestützt werden können. Hierdurch reduzieren sich nicht nur der Verschleiß zwischen Pleuellager und Zylinderwand, sondern auch die Pleuellagergeräusche.

Im folgenden werden die charakteristischen Eigenschaften des Pleuellagermotors ausführlich dargestellt.

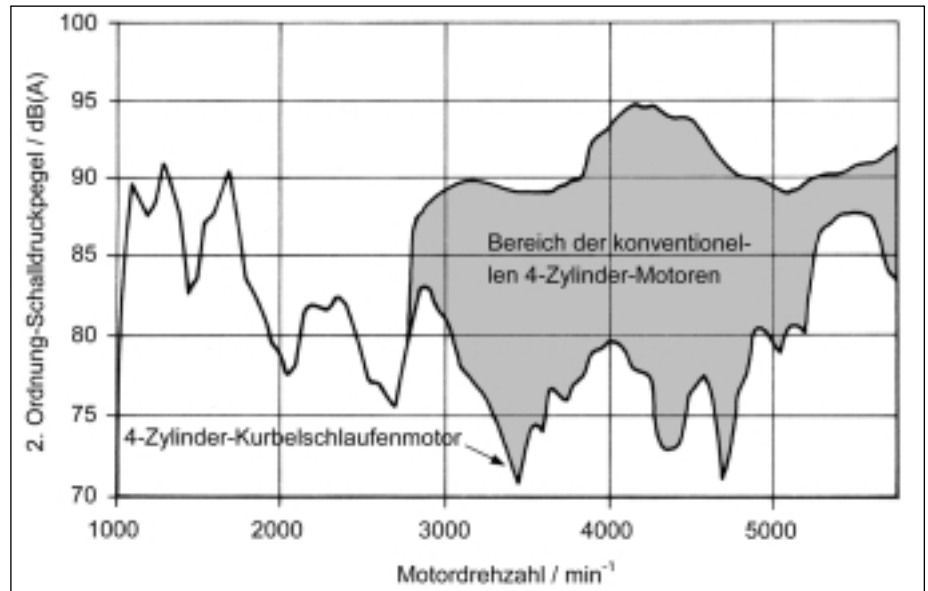


Bild 5: Vergleich der Innenraumgeräusche zwischen dem Pleuellagermotor und konventionellen Motoren bei voller Beschleunigung im 2. Gang [3]

Eigenschaften

SCHMIERUNG DES LINEARLAGERS

Die Schmierung des Linearlagers erfolgt durch eine Kombination von hydrodynamischem und hydrostatischem Schmierfilmaufbau. Die höchsten Gleitgeschwindigkeiten im Linearlager – somit auch die höchste Tragfähigkeit des Schmierfilms – fallen mit dem Auftreten der größten Pleuellagerdrücke und Massenkräfte zusam-

men (Bild 4). Durch die Anordnung der bewegten Massen erfolgt eine teilweise Kompensation der Pleuellagerkräfte durch die Trägheitskräfte (Massen von zwei Pleuellagern, zwei Pleuellagern und einem Gleitblock), so daß die resultierende Lagerbelastung verringert wird. Basierend auf diesen Effekten ist es möglich, das Linearlager im Pleuellagermotor einzusetzen. Dauerlaufversuche haben gezeigt, daß die Schmierung des Linearlagers unter den hohen, alternierenden Lasten in Pleuellagermotoren keine Probleme bereitet.

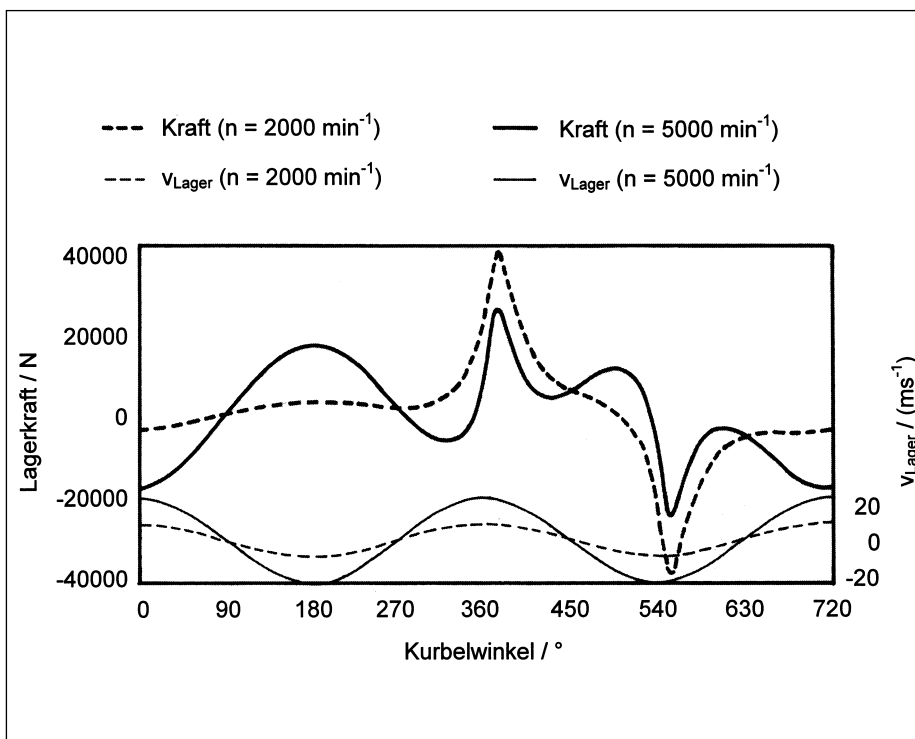


Bild 4: Kraft- und Gleitgeschwindigkeitsverhältnisse im Pleuellagermechanismus [1]

MOTORSCHWINGUNGEN UND LÄRM

Aufgrund der exakt sinusförmigen Bewegung der Pleuellager treten bei Pleuellagermotoren mit mehr als zwei Zylindern lediglich Pleuellagermomente um die Pleuellagerachse des Motors auf. Diese können mit einer Ausgleichswelle, die mit Pleuellagerwellendrehzahl umläuft, kompensiert werden.

Konventionelle Motoren, bei denen die Pleuellager eine Pleuellagerkomponente senkrecht zur Pleuellagerachse besitzen, sind durch Pleuellagermomente höherer Ordnung charakterisiert, von denen in der Regel die Pleuellagermomente zweiter Ordnung ausgeglichen werden. Dazu sind zwei, mit doppelter Pleuellagerwellendrehzahl umlaufende Ausgleichswellen notwendig. Dies bedeutet nicht nur höhere mechanische Verluste im Vergleich zum Pleuellagermotor, sondern ist auch mit einem höheren konstruktiven Aufwand verbunden.

Der schwingungsarme Lauf, die geringen Pleuellagergeräusche und der kompakte, steife Aufbau der Pleuellagerkomponente sind die Ursachen für die äußerst niedrigen Geräuschemissionswerte des Motors. Vergleichsmessungen einer unabhängigen Institution zeigen den Vorteil der Kur-

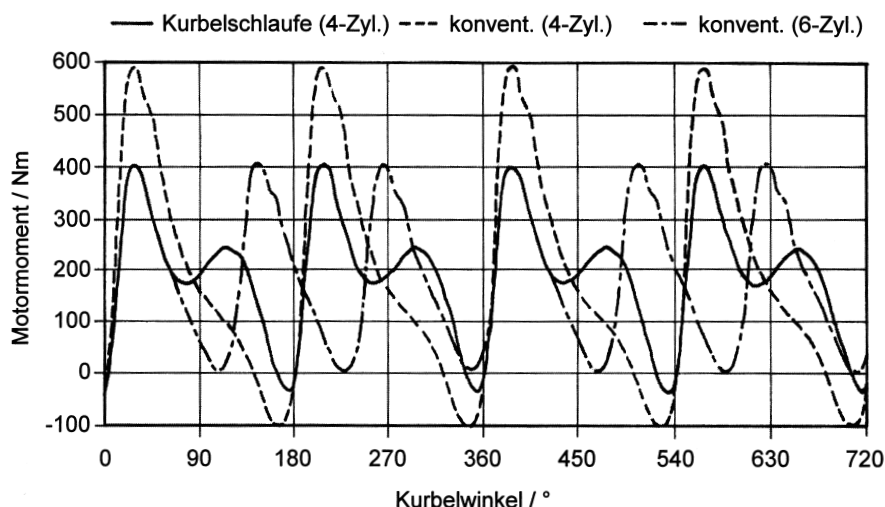


Bild 6: Vergleich der Drehmomentschwankungen für Motoren gleichen Hubraums ($n = 2500 \text{ min}^{-1}$; Vollast) [1]

belschlaufenmotoren gegenüber herkömmlichen 4-Zylinder-Motoren (Bild 5).

DREHMOMENTCHARAKTERISTIK

Ein Viertaktmotor führt innerhalb von zwei Kurbelwellenumdrehungen nur einen Arbeitstakt aus. Unter Beachtung der Zündreihenfolge entsteht somit eine oszillierende Drehmomentabgabe, die durch den Einsatz eines Schwungrads geglättet wird. Dabei gilt der Zusammenhang, daß mit höherer Schwungradmasse die Gleichförmigkeit des abgegebenen Drehmomentes zunimmt.

Kurbelschlaufenmotoren zeigen bezüglich der Gleichförmigkeit der Drehmomentabgabe Vorzüge gegenüber konventionellen Verbrennungsmotoren. Ein bei CMC durchgeführter Vergleich zwischen einem Boxermotor und einem Kurbelschlaufenmotor ergab, daß in nahezu allen Arbeitsbereichen die Drehmomentabgabe des Kurbelschlaufenmotors gleichförmiger ist (Bild 6). Dadurch ist es möglich, eine kleinere Schwungradmasse einzusetzen. Letzteres wirkt sich positiv auf das Beschleunigungsverhalten des Motors aus; aufgrund der geringeren Massenträgheit können Drehzahländerungen schneller ausgeführt werden als bei vergleichbaren konventionellen Motoren.

MOTORBAUGRÖÖE

Der Einsatz einer Kurbelschleife – als Bauelement zur Transformation der linearen Kolbenbewegung in eine Rotation der Kurbelwelle – beeinflusst entscheidend die äußeren Abmessungen des Motors. Da die Pleuel keine Bewegung senkrecht zur Zylinderachse ausführen, können sie sehr kurz gestaltet werden. Die Pleuellänge wird nur begrenzt durch den minimal erforderlichen Abstand zwischen der unteren Pleuelkontur und der Zylinderlaufbuchse (im oberen Totpunkt) und den erforderlichen Abstand zwischen dem Ölabstreifring

und dem Rand der Laufbuchse (im unteren Totpunkt). Die Verkürzung der Pleuel wirkt sich direkt auf die Breite des Motors – den Abstand zwischen den gegenüberliegenden Zylinderköpfen – aus.

Neben der Verringerung der Motorbreite ergibt sich durch den Kurbelschlaufenmechanismus auch eine geringere Motorlänge. Bei konventionellen Motoren ist jedem Zylinder ein Pleuellager zugeordnet. Im Kurbelschlaufenmotor arbeiten jedoch zwei Kolben auf einem Kurbelzapfen; einem Kolbenpaar ist ein Pleuellager zugeordnet. Durch den Wegfall des Versatzes für die Pleuellager verringert sich nicht nur die Länge des Motors; die Einsparung von zwei Kurbelwellenlagern, zwei Pleuellagern und vier Kolbenbolzen (bei einem Vierzylindermotor) sowie die verringerten Kolbenseitenkräfte führen außerdem zu einer Reduzierung der mechanischen Verluste.

Bild 7 zeigt die 1,0 l -Version eines Kurbelschlaufenmotors in einem Kleinwagen. Der Motor besitzt folgende äußere Abmessungen in mm: 580 x 315 x 300 (Breite x Höhe x Länge).

Die Kompaktheit des Kurbelschlaufenmotors könnte beispielsweise in Hybridfahrzeugen genutzt werden, bei denen neben dem Verbrennungsmotor auch der elektrische Antrieb Platz finden muß.

Zusammenfassung und Ausblick

Es hat in der Vergangenheit viele Ansätze gegeben, das bestehende Motorenkonzept grundsätzlich zu verändern. Alle Lösungen scheiterten, weil sie konstruktiv zu aufwendig und zu teuer waren oder keine deutlichen Vorteile besaßen.

Mit dem Kurbelschlaufenmotor existiert jedoch ein alternativer Antrieb, der gegenüber konventionellen Motoren deutliche Vorteile bezüglich Motorbaugröße, -schwingungen, Geräuschemissionen und mechanischem Wirkungsgrad besitzt. Dauerlaufversuche im Labor und unter realen Betriebsbedingungen (Einsatz in einem Prototypfahrzeug) haben gezeigt, daß dieser Kurbelmechanismus trotz der Linearlager für die Anwendung in Verbrennungsmotoren geeignet ist.

Es bleibt abzuwarten, inwieweit die Kurbelschlaufenmotoren bei namhaften Automobilfirmen auf Interesse stoßen und ob der Motor die harten Testkriterien dieser Unternehmen bestehen kann.

LITERATUR

- [1] Rosenkranz, H.-G.: Kurbelschlaufenmotor als kompakter und lauffühiger Pkw-Antrieb, MTZ Nr. 58, GWV Verlagsgesellschaft mbH, Vieweg Verlag, 1997
- [2] Otto, St.: Influence of Stroke to Bore Ratio on a Scotch Yoke Engine, Studienarbeit IMW TU Clausthal, 1998
- [3] Newsletter of CMC Nr. 1/98
- [4] Newsletter of CMC Nr. 2/98

Dipl.-Ing. Steffen Otto
Institut für Maschinenwesen
Robert-Koch-Straße 32
38678 Clausthal-Zellerfeld
Telefon: 05323/72-2147
Telefax: 05323/72-3501
E-Mail: info@imw.tu-clausthal.de
http://www.imw.tu-clausthal.de



Bild 7: 1,0 l -Version eines Kurbelschlaufenmotors in einem Kleinwagen [4]

Neue Entwicklungen rotationsschwingender Feinzerkleinerungsmaschinen

Von Eberhard Gock, Volker Vogt und Roman Florescu

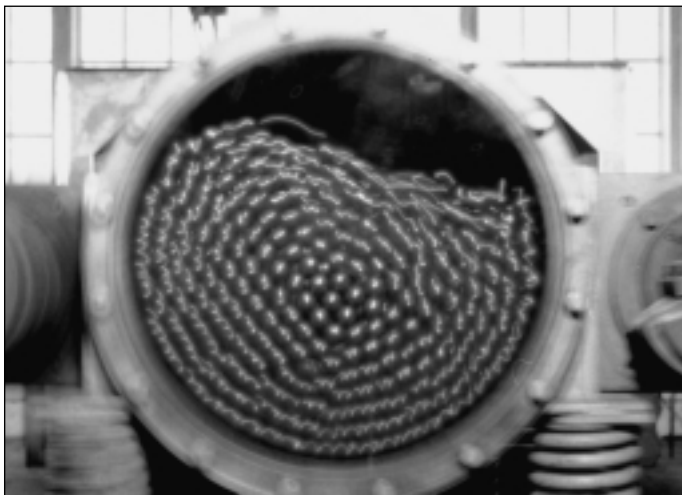


Bild 1: Mahlkörperbewegung in einer Exzenter-Schwingmühle, Umlauf der Mahlkörperfüllung entgegen der Drehrichtung der Erregereinheit

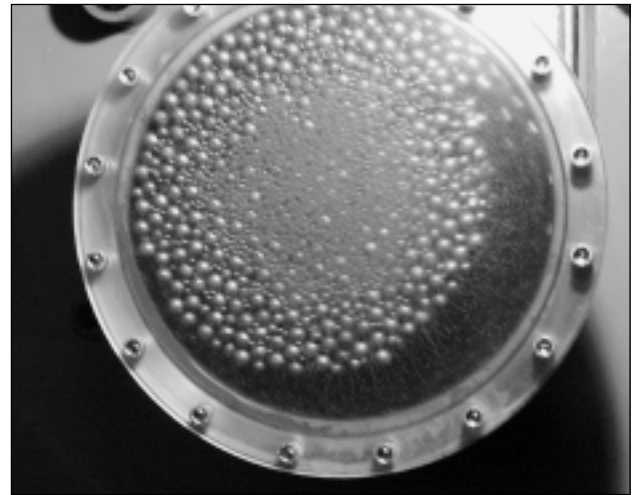


Bild 2: Mahlkörperbewegung in einer herkömmlichen Zentrifugalmühle, Mahlkörperfüllungsgrad 70%, Umlauf der Mahlkörperfüllung in Drehrichtung der Erregereinheit

Entwicklungsstand

In zunehmendem Maße verlangen die chemische, keramische und metallurgische Industrie feinstkörnige Einsatzstoffe und Produkte. Am Institut für Aufbereitung und Depositionstechnik der Technischen Universität Clausthal wurde in den letzten Jahren diesem Bedarf mit der Weiterentwicklung von Schwingmühlen Rechnung getragen. Es handelt sich einerseits um die sogenannte „Exzenter-Schwingmühle“ und andererseits um eine modifizierte Zentrifugalmühle.

In Abhängigkeit vom Verhältnis zwischen Schwingkreisradius (r) und Mahlrohrdurchmesser (D) finden bei Schwingmühlen spezifische Bewegungs- und Zerkleinerungsabläufe statt. Bei einem Verhältnis von $r/D < 0,1$ wird im wesentlichen auf Stoß beansprucht; dies gilt für die Exzenter-Schwingmühle (Bild 1). Bei der Zentrifugalmühle, die bei einem Verhältnis von $r/D > 0,1$ betrieben wird, überwiegt reibende Beanspruchung (Bild 2) [1].

Die bisherigen Nachteile von Schwingmühlen, der hohe Energiebedarf, der zu geringe Durchsatz sowie die aufwendige Handhabbarkeit und der Wartungsaufwand wurden mit diesen Entwicklungen aufgehoben. Die gemeinsam mit dem Mühlenbauer Siebtechnik GmbH und einem wei-

teren Maschinenhersteller entwickelten und gebauten Maschinen und ihre spezifischen Einsatzgebiete werden nachfolgend vorgestellt.

EXZENTER-SCHWINGMÜHLE

Die Exzenter-Schwingmühle ist eine Einrohrmühle, die modular aufgebaut ist. Bild 3 zeigt schematisch ein Modul. An einer Seite des federnd gelagerten Mahlrohres (1) befindet sich die Erregereinheit (2), bestehend aus Lagerbock (5) und Unwuchtmassen (6), die über eine Kardanwelle (8) mit dem Antriebsmotor (7) verbunden ist. Zum Massenausgleich ist gegenüber der Erregereinheit eine Ausgleichsmasse (3) angeordnet. Gegenüber herkömmlichen Rohrschwingmühlen, die einen zentralen Antrieb besitzen, führt die Exzenter-Schwingmühle Ellipsen-, Kreis- und Linear-schwingungen aus, die zu bisher nicht erreichten Schwingungsweiten bis 20 mm und einem hohen Auflockerungsgrad der Mahlkörperfüllung (4) führen.

In verschiedenen Veröffentlichungen [2 - 8] wurden bereits eine kinematische Analyse und ein mechanisches Modell der Exzenter-Schwingmühle vorgestellt. Danach läßt sich die Bewegung in Anlehnung an die kinematischen Verhältnisse des Kurbeltriebes mathematisch beschreiben

(Bild 4). Da die herkömmliche Rohrschwingmühle an jedem Punkt des Mahlrohres eine Kreisbewegung beschreibt, ist die Drehrichtung des Erregers nicht festgelegt. Die Exzenter-Schwingmühle besitzt dagegen nur eine Drehrichtung, die von der Position der Erregereinheit abhängig und dieser entgegengerichtet ist. Aus Untersuchungen zum Verschleißverhalten hat sich ergeben, daß im Gegensatz zur herkömmlichen Rohrschwingmühle bei der Exzenter-Schwingmühle die Hauptbeanspruchungszone von 90° auf 180° vergrößert wurde. Periodisch unterschiedliche Drehrichtungen zur Verschleißverteilung bringen keine Vorteile (Bild 5).

ZENTRIFUGALMÜHLE

Die Einführung einer Zentrifugalmühle in den industriellen Maßstab wurde erstmals 1981 von der Firma Lurgi im südafrikanischen Golderzbergbau realisiert [9]. Die verhältnismäßig kleine Maschine wurde im Untertagebetrieb an Stelle der üblichen sehr großen Kugelmühlen für Feinmahlung eingesetzt. Es wurde ein Zerkleinerungsziel $< 75 \mu\text{m}$ angestrebt. Aus energetischen und konstruktiven Gründen konnte sich die Maschine in diesem Industriezweig nicht durchsetzen. Vor zwei Jahren wurden von uns Untersuchungen ▶

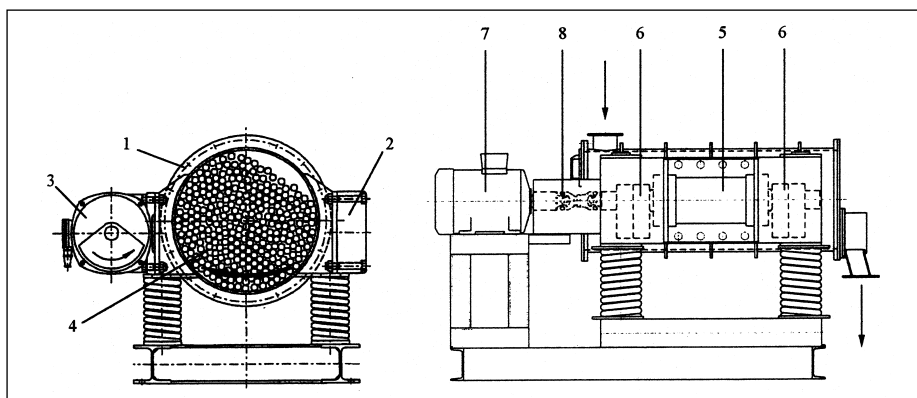


Bild 3: Schematische Darstellung eines Moduls der Exzenter-Schwingmühle

Tab. 1: Beispiele für den industriellen Einsatz der Exzenter-Schwingmühle (ESM)

Technologische Parameter	Hartmetall	Zinkoxid Schlacke	Eisenoxid Pigment	Zirkonoxid	Organisches Pigment
Aufgabe Korngröße/Dichte	100 % < 30 mm	100 % < 25 mm	0,5 g/cm³	100 % < 10 mm	< 1µm
Zerkleinerungsziel Korngröße/Dichte	100 % < 0,5 mm	100 % < 0,25 mm	0,8 g/cm³	100 % < 11µm	Deckkraft
Mühlentyp	ESM 656*-2ks**	ESM 656-2ks	ESM 856-2ks	ESM 654-1bk***	ESM 656-2ks
Durchsatz	1 t/h	3 t/h	5,3 t/h	17 kg/h	2,3 kg/h
spez. Energieaufwand	33 kWh/t	18 kWh/t	ca. 30 kWh/t	1500 kWh/t	1100 kWh/t

* Rohrdurchmesser 650 mm ** 2 Module, L = 2500 mm *** 1 Modul Keramikauskleidung

Tab. 2: Vergleich der Mahlung von Kalkstein und Violett-pigmenten in einer herkömmlichen Rohrschwingmühle (RSM) und Exzenter-Schwingmühlen (ESM)

	RSM		ESM 506-2ks Kalkstein*	ESM 656-2ks Organisches Pigment**
	Kalkstein*	Organisches Pigment**		
Mahlrohrdurchmesser D in m	0,5		0,5	0,63
Mahlrohrlänge L in m	6,7	13,4	2,5	2,5
Mahlrohrvolumen V in m³	1,3	2,6	0,40	0,74
Durchsatz in kg/h	155	1,1	180	2,3
spez. Mahlraumausnutzung in kg/(m³h)	120	0,42	391	3,15
spez. Energieverbrauch in kWh/t	111	2500	61	1100

* Kalksteinaufgabe 98,5% < 20 mm; Zerkleinerungsergebnis 60% < 2µm und 90% < 200µm

** Zerkleinerungsziel ist die Erhöhung des Reflexionsvermögens

zum Einsatz der Zentrifugalmühle für die nasse Feinstmahlung für Korngrößenbereiche unter 5 µm unternommen, da wir der Ansicht sind, daß diese Mühle Aufgaben der heute sehr verbreiteten Rührwerkskugelmühlen übernehmen kann.

Bild 6 zeigt das Konstruktionsschema der modifizierten Zentrifugalmühle. Es handelt sich um einen Prototyp im industriellen Maßstab (Rohrdurchmesser 350 mm, Rohrlänge 2200 mm). Die Einrohrmaschine (1) beschreibt über einen festen Rahmen (2) einen definierten Schwingkreis von 150 mm. Der Antrieb erfolgt über zwei exzentrisch gelagerte Wellen (3) mit zwei synchronisierten Motoren. Die bisher als problematisch betrachtete Materialaufgabe (4) und der Produktaustrag (5) werden mit Hilfe von Gelenkwellen (6) gelöst. Bei einer kinematischen Analyse hat sich ergeben, daß durch Reduzierung der Mahlkörperfüllung von bisher >70% auf 30% die Maschine optimale Bedingungen für die Feinstmahlung aufweist.

Mit Hochgeschwindigkeitsvideoaufnahmen (Bild 7) läßt sich belegen, daß im Gegensatz zu einer Mahlkörperfüllung von 70% bei einem Füllungsgrad von 30% eine großflächige Beanspruchung bewirkt wird. Diese vornehmlich durch Reibung gekennzeichnete Beanspruchung zwischen umlaufender Mahlrohrfüllung und der Mahlrohrwand ermöglicht eine extreme Feinstmahlung ohne Agglomeratbildung. Bei zu hohem Füllungsgrad bildet sich eine Walze mit dichtester Kugelpackung aus, in die das Mahlgut nicht eindringen kann. Die zur Verfügung stehende reduzierte Fläche zwischen umlaufender Kugelwalze und Mahlrohrwand läßt eine Feinstmahlung nicht zu.

Wie aus Bild 8 am Beispiel der Leistungsaufnahme einer Lurgi-Zentrifugalmühle (Labormaßstab) in Abhängigkeit von der Mahlkörperfüllung [12] hervorgeht, führt die Reduzierung des Füllungsgrades von >70% auf 30% zu einer Verminderung der Energieaufnahme um ca. 50%. Eigene Untersuchungen haben ergeben, daß der Energiebedarf pro Mahlraumvolumen in der modifizierten Zentrifugalmühle um den Faktor 4 gesenkt werden kann und bei ca. 0,4 kW/L liegt.

Anwendungsbeispiele

Betriebsergebnisse mit der **Exzenter-Schwingmühle** bei der Trockenmahlung keramischer Materialien sind in Tab. 1 aufgeführt. Wie aus der Angabe der Mühlentypen zu entnehmen ist, werden unterschiedliche Baugrößen eingesetzt. Der spezifische Energieaufwand bewegt sich je nach Rohstoff und Zerkleinerungsziel zwischen 18 und 1500 kWh/t. Verglichen mit herkömmlichen Rohrschwingmühlen ist der spezifische Energieaufwand bei der Exzenter-Schwingmühle generell ca. 50% niedriger.

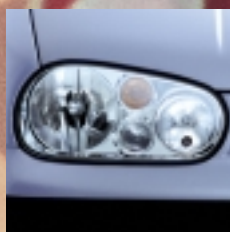
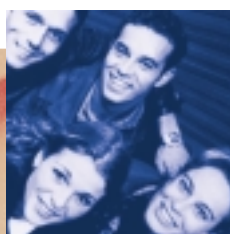
Der mit der Exzenter-Schwingmühle erreichte Fortschritt läßt sich am besten durch einen Vergleich mit der herkömmlichen Rohrschwingmühle nachweisen. In Tab. 2 sind Betriebsdaten angegeben, die bei der Mahlung von Kalkstein und Violett-pigment mit einer herkömmlichen ▶



Die Zukunft hat viele Facetten.

Dimensionen eröffnen
Innovationen verwirklichen
Zukunft gestalten

Technik bringt Menschen einander näher – und lenkt damit das Augenmerk auf die Mobilität, die unser Leben bereichert. Lassen Sie uns die Dinge unter diesem Blickwinkel gemeinsam betrachten.



Innovation hat bei Volkswagen Methode. Wo immer wir uns engagieren, suchen wir auf vollen Touren nach der besten Lösung. Sei es in der Realisierung verbrauchs-optimierter Fahrzeuge oder im Design zukunftsweisender Oberklassenmodelle: Immer wieder stellen unsere Ingenieur-Teams bahnbrechende Projekte auf die Beine, in

denen wirklich alles denkbar ist – nur kein Mittelmaß. Und Sie? Geben auch Sie sich nur mit Spitzenleistungen zufrieden! Nehmen Sie Kontakt auf:

**Volkswagen AG,
Personalabteilung
38436 Wolfsburg
Oder im Internet unter:**

<http://www.vw-personal.de>



DAS IST DAS LEBEN

MIT SALZGITTER!

Die Salzgitter AG ist mit über 50 nationalen und internationalen Tochter- und Beteiligungsgesellschaften ein bedeutender weltweit agierender Stahl- und Technologiekonzern.

Unsere Kernaktivitäten bündeln wir in den Unternehmensbereichen Stahl, Weiterverarbeitung, Handel, Dienstleistungen und Röhren.

Bereits 17.000 Mitarbeiter verbinden ihre Zukunft schon heute mit der Salzgitter AG – und der Konzern wächst weiter.

Mehr Informationen und Kontakt über

- Salzgitter AG Stahl und Technologie Personalabteilung Führungskräfte

Eisenhüttenstr. 99
38239 Salzgitter
Tel.: 05341 / 21-01
Fax: 05341 / 21-3506
www.salzgitter-ag.de

Stahl ist Zukunft. Ihre Zukunft.

Diplom-Ingenieure/innen

Elektrotechnik · Maschinenbau
Verfahrenstechnik · Werkstoffwissenschaften
Metallurgie · Umformtechnik

Wirtschaftsingenieure/innen Wirtschaftswissenschaftler/innen

Je eher Sie an den Start gehen, Kontakte knüpfen, Kooperationen suchen, desto mehr Dynamik wird Ihre Karriere entwickeln. Starten Sie mit uns durch!

Einblick gewinnen:

Praktika und Praxissemester zum Kennenlernen

Anderen voraus sein:

Förderung von Studien- und Diplomarbeiten

Orientierung als Programm:

Alle Chancen als Trainee

nach Studienabschluss im 12- bis 18-monatigen konzernweiten Einsatz mit maßgeschneiderten Personalentwicklungsprogrammen

Direkteinstieg mit Berufserfahrung

Step by step in verantwortungsvolle Positionen hineinwachsen

Wir geben Ihrer Karriere die richtigen Impulse und ebnen Ihnen den Weg – mit professioneller und gezielter Unterstützung.



Gegen Kinderarbeit

Feierabend

Kinder schuften in Minen und Fabriken, als Müllmänner, Bergleute und Dienstmädchen – 12 Stunden täglich, sieben Tage die Woche. Da bleibt keine Zeit für Schule oder zum Spielen.

terre des hommes setzt sich für arbeitende Jungen und Mädchen ein und hilft vor Ort: Skrupellos ausgebeutete Kinder werden von unmenschlicher Arbeit befreit. Ärzte helfen kranken oder verletzten Kindern. In Abendschulen lernen die Kinder lesen, schreiben und ihre Grundrechte. terre des hommes sorgt für bessere Arbeitsbedingungen, eine geregelte Ausbildung und ein Zuhause. Bitte unterstützen Sie diese Projekte.

Eine Broschüre über Kinderarbeit senden wir Ihnen gerne kostenlos zu. Schicken oder faxen Sie uns einfach diese Anzeige mit Ihrer Anschrift.



terre des hommes
Ruppenkampstraße 11a
Postfach 4126
49 031 Osnabrück

Telefon: 05 41/71 01-0
Telefax: 05 41/70 72 33
eMail: terre@t-online.de
Internet: <http://www.tdh.de>

Spendenkonto 700
Volksbank
Osnabrück eG
BLZ 265 900 25



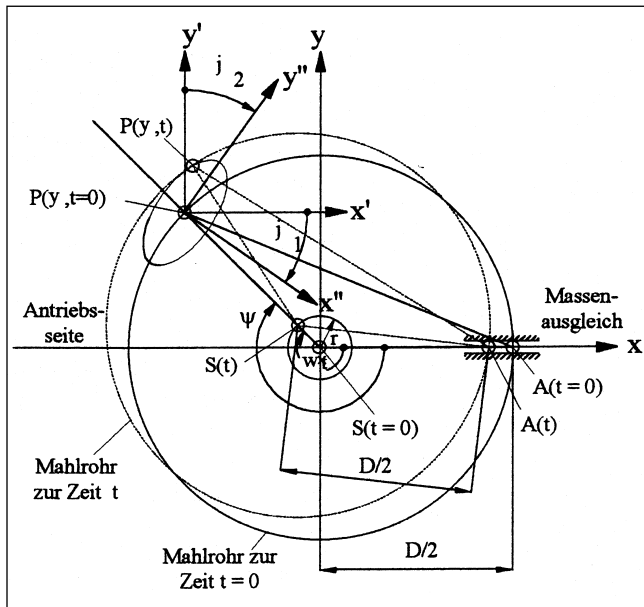


Bild 4: Kinematisches Modell der Exzenter-Schwingmühle

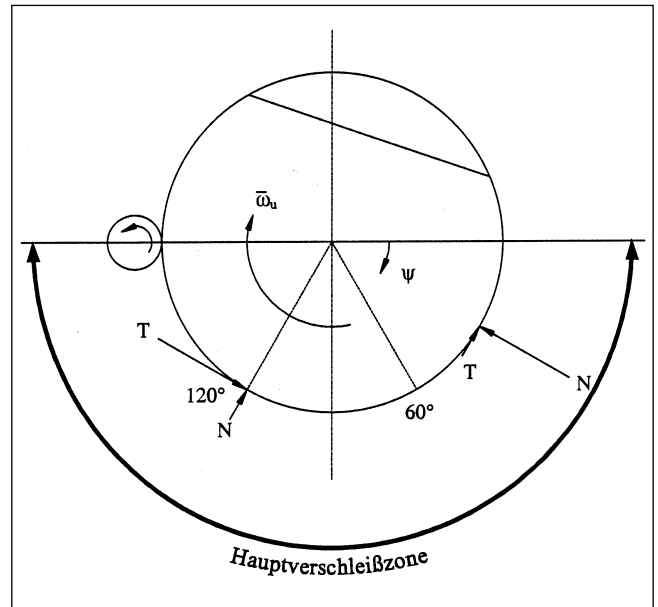


Bild 5: Hauptbeanspruchungs- bzw. Hauptverschleißzone der Exzenter-Schwingmühle

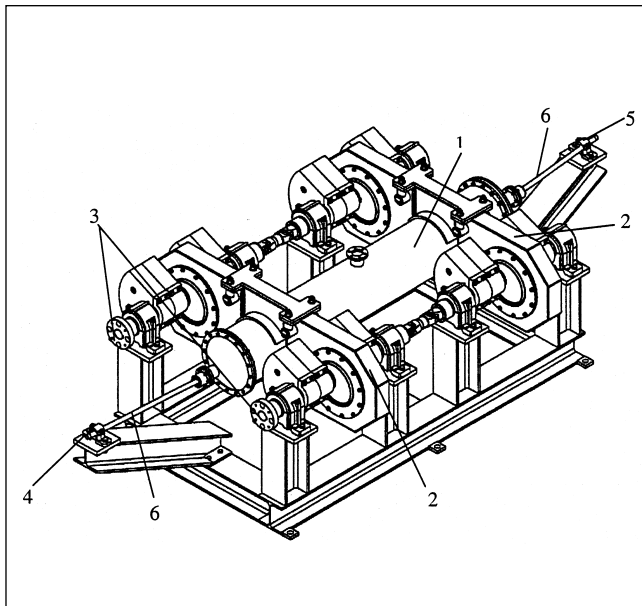


Bild 6: Schematische Darstellung der Zentrifugalmühle, nach [10,11]



Bild 7: Beanspruchungsmechanismus des Mahlgutes bei der nassen Feinstmahlung in einer Zentrifugalmühle, Mahlkörperfüllungsgrad 30%, Rohrdurchmesser 350 mm, Schwingkreisdurchmesser 150 mm

Rohrschwingmühle bzw. zwei Exzenter-Schwingmühlen unterschiedlicher Baugröße ermittelt wurden. Die entscheidenden Unterschiede bestehen im Mahlraumvolumen und den Maschinenlängen. Bezogen auf die spezifische Mahlraumausnutzung (gemessen in $\text{kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{h})$) wird für Kalkstein eine Durchsatzsteigerung um den Faktor 3,3 und für das Violetpigment um den Faktor 7,5 erreicht. **Bild 9** zeigt eine Exzenter-Schwingmühle im industriellen Einsatz für die Mahlung von Zirkonoxid.

Die zukünftigen Einsatzbereiche für die Zentri-

fugalmühle werden in der nassen Feinstmahlung von Pigmenten, keramischen Werkstoffen und Chemieprodukten gesehen. Da die Maschine im Gegensatz zur Rührwerkskugelmühle keine festen Einbauten hat, wird erwartet, daß der Verschleiß entscheidend herabgesetzt werden kann. In **Bild 10** ist als Beispiel die Korngrößenverteilungsfunktion nach der Mahlung von Kalkstein als Füllstoff für die Papierindustrie dargestellt. Zum Vergleich ist die Verteilungsfunktion der Mühlenaufgabe eingetragen. Der spezifische Energiebedarf wurde mit 141 kWh/t für einen d_{50} -Wert von

1,8 μm bei einmaligem Durchgang bestimmt. Bemerkenswert ist die enge Kornverteilung des Mahlproduktes zwischen 0 und 12 μm , die von der Exzenter-Schwingmühle nicht erreicht werden kann (siehe Tabelle 2, Beispiel Kalkstein). Für die derzeitige mit Rührwerkskugelmühlen betriebene industrielle Zerkleinerung werden ca. 150 kWh/t für den gleichen d_{50} -Wert bei mehrmaligem Durchgang benötigt.

In **Bild 11** ist ein Prototyp einer modifizierten Zentrifugalmühle für den Industrieinsatz zu sehen. ▶

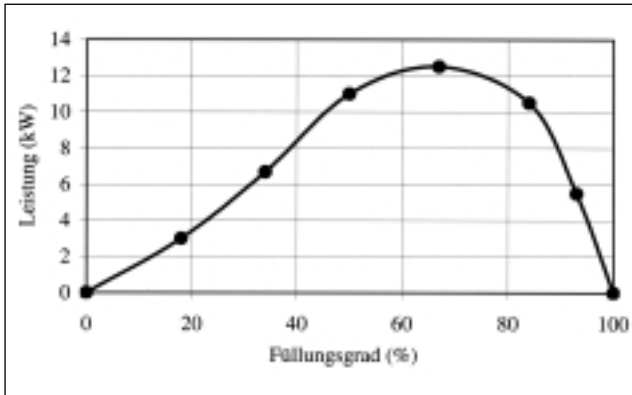


Bild 8: Experimentell ermittelte Leistungsaufnahme an einer Zentrifugalmühle der Firma Lurgi (Labormaßstab) in Abhängigkeit vom Füllungsgrad, nach [12]

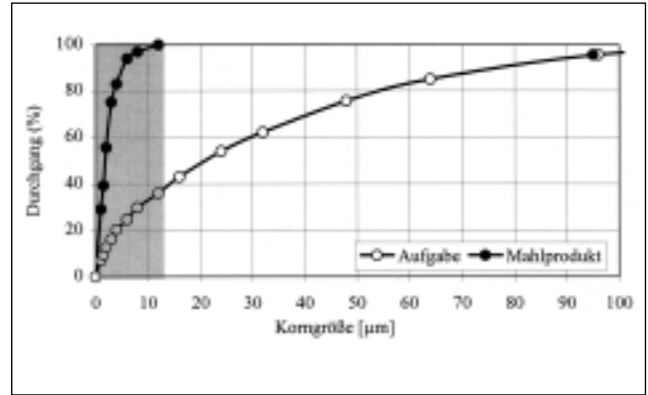


Bild 10: Mahlergebnisse für die Feinstmahlung von Kalkstein mit einer Zentrifugalmühle; Mahlkörperfüllungsgrad 30 %, Mahlröhrendurchmesser 350 mm, Länge 2200 mm, Schwingkreisdurchmesser 150 mm, Drehzahl 200 min⁻¹, Feststoffgehalt 500 g/L

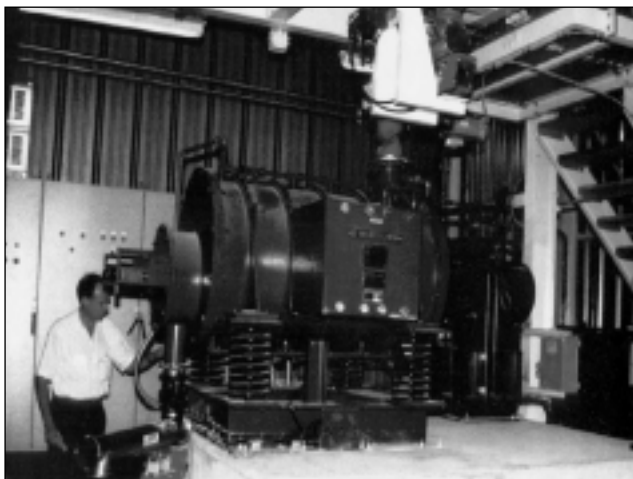


Bild 9: Exzenter-Schwingmühle vom Typ ESM 654-1bk, einmodulig für die Mahlung von Zirkonoxid in einem Industriebetrieb

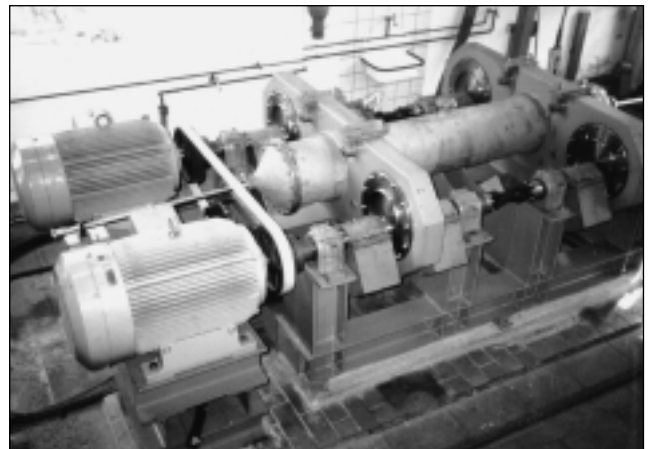


Bild 11: Prototyp einer modifizierten Zentrifugalmühle; Mahlröhrendurchmesser 350 mm, Länge 2200 mm, Schwingkreisdurchmesser 150 mm, Institut für Aufbereitung und Deponietechnik

Schlußfolgerungen

Mit den vorgestellten rotationsschwingenden Zerkleinerungsmaschinen, der Exzenter-Schwingmühle und der modifizierten Zentrifugalmühle können zwei wesentliche Forderungen an die Feinstmahlung erfüllt werden:

- Steigerung der Reaktionsfähigkeit und
- Erzeugung feinsten Partikeln und sehr großer spezifischer Oberflächen.

Generell läßt sich feststellen, daß die Exzenter-Schwingmühle bei der trockenen Feinstmahlung aufgrund ihrer stoßenden Beanspruchung insbesondere die erste Forderung erfüllt. Obgleich ein hoher Zerkleinerungsgrad erreicht wird, ist durch Agglomeratbildungen und Brikettiereffekte die Vergrößerung der äußeren Oberfläche begrenzt. Da die Zentrifugalmühle mit ihrer vorwiegend reibenden Beanspruchung durch Vermeidung von Agglomerationen der zweiten Forderung in hervorragender Weise nachkommt, steht mit den vorgestellten Entwicklungen ein Instrumentarium zur Verfügung, das durch kombinierten Einsatz alle Anforderungen an die Feinstzerkleinerung erfüllen kann.

LITERATURVERZEICHNIS

- [1] Bernotat, S.: GVC-Dezembertagung 1993, „Feinmahl- und Klassiertechnik“, Köln, 13pp
- [2] Siebtechnik GmbH, US Patent No. 08/325,837 Erfinder: Gock, E., Beenken, W., Gruschka, M., 1. Juli 1996
- [3] Kurrer, K.-E., Jeng J. J., Gock, E.: Analyse von Rohrschwingmühlen, VDI Verlag, Reihe 3 Verfahrenstechnik, Nr. 282, 1992
- [4] Gock, E., Kurrer, K.-E.: Erzmetall 49 (1996), p. 435
- [5] Gock, E., Kurrer, K.-E.: Proc. of the 20th Int. Min. Proc. Congr., Vol. 2, Aachen 1997, p. 272
- [6] Kurrer, K.-E., Gock, E.: Zement-Kalk-Gips International 50 (1997), p. 368
- [7] Gock, E., Kurrer, K.-E.: Aufbereitungstechnik 39 (1998), p. 106
- [8] Gock, E., Kurrer, K.-E.: Powder Technology 105 (1999), p. 302-310
- [9] Grizina, K. et al.: Aufbereitungstechnik 6 (1981), p. 303-308
- [10] Goltz, M.: Konstruktion einer Zentrifugalmühle, Studienarbeit, TUC 1998
- [11] König, D.: Projektierung und Konstruktion der Dosier- und Austragsvorrichtung einer Zentrifugalmühle, Studienarbeit, TUC 1999
- [12] Lurgi-Information C1367/10.80, „Entwicklung der Mahlung im Zentrifugalfeld“, Lurgi Chemie und Hüttentechnik, Frankfurt (1980)

Prof. Dr.-Ing. habil. Eberhard Gock
Dr.-Ing. Volker Vogt
Roman Florescu
Institut für Aufbereitung und Deponietechnik
Walther-Nernst-Straße 9
38678 Clausthal-Zellerfeld
Tel.: 05323/72-2038
Fax: 05323/72-2353

Evolutionäre Algorithmen für Rucksackprobleme

Von Jens Gottlieb

Evolutionäre Algorithmen sind heuristische Suchverfahren, die auf dem Darwinischen Evolutionsprinzip "Survival of the fittest" basieren. Sie haben im letzten Jahrzehnt wegen ihres einfachen Grundprinzips, der hohen Parallelisierbarkeit und der breiten Anwendbarkeit großes Interesse sowohl in der Wissenschaft als auch in der Industrie hervorgerufen. Evolutionäre Algorithmen sind insbesondere auch bei Constraint-Optimierungsproblemen erfolgreich eingesetzt worden. Diese Probleme zeichnen sich dadurch aus, daß eine Lösung optimal bezüglich eines Bewertungskriteriums sein muß und zusätzlichen Restriktionen – den sogenannten Constraints – unterliegt. Entscheidend bei der Anwendung evolutionärer Algorithmen auf solche Probleme ist die Wahl geeigneter Techniken zur Behandlung der Constraints. Während die Auswahl dieser Techniken bislang meist durch praktische Erfahrung bzw. Testen erfolgt und somit nicht durch theoretische Untersuchungen geleitet ist, werden in dieser Arbeit Rucksackprobleme systematisch untersucht. Zentrale Eigenschaft ist, daß die globalen Optima am Rand der zulässigen Region des Suchraums liegen. Analytische und empirische Untersuchungen zeigen, daß der Erfolg verschiedener Constraint-Behandlungstechniken entscheidend von ihrer Fähigkeit abhängt, die evolutionäre Suche auf den Rand der zulässigen Region zu konzentrieren.

begin

Setze $t = 0$

Initialisiere $P(0)$

while not Abbruchkriterium **do**

begin

Selektiere Eltern $PE(t)$ aus $P(t)$

Generiere Nachkommen $PN(t)$ von $PE(t)$

Selektiere $P(t+1)$ aus $P(t)$ und $PN(t)$

Setze $t = t + 1$

end

end

Bild 1: Ablaufschema evolutionärer Algorithmen

Evolutionäre Algorithmen

Evolutionäre Algorithmen sind an dem biologischen Evolutionsprinzip orientierte heuristische Suchverfahren, die auf dem Wechselspiel von Variation und Selektion basieren [7,8]. Die Lösung zu einem gegebenen Problem wird durch eine populationsbasierte Suche im Raum aller möglichen Lösungskandidaten – dem Suchraum – angestrebt. Die einzelnen Individuen einer Population werden gemäß einer Fitneßfunktion bewertet, die die Qualität bezüglich der zugrundeliegenden Problemstruktur widerspiegelt. Durch die Selektion werden Individuen mit höherer Fitneß bevorzugt, die dadurch einen höheren Einfluß auf den weiteren Suchprozeß erlangen. Durch Variation von Individuen entstehen Nachkommen, die relevante Eigenschaften von ihren Eltern erben, wodurch eine Konzentration der Suche in der Umgebung von Individuen mit hoher Fitneß ermöglicht wird.

Der allgemeine Ablauf evolutionärer Algorithmen wird in **Bild 1** gezeigt. Die Population $P(t)$ wird anfangs ($t=0$) zufällig initialisiert und danach in jeder Generation wie folgt verändert: aus $P(t)$ wird eine Elternpopulation $PE(t+1)$ selektiert, die dann eine Nachkommenpopulation $PN(t+1)$ durch Variation erzeugt. Der Ersetzungsschritt definiert die neue Population $P(t+1)$ in Abhängigkeit von $P(t)$ und $PN(t+1)$. Bei dem Variationsschritt kommen Operatoren wie Mutation und Crossover zum Einsatz, die geringfügige Änderungen durchführen bzw. aus den Gemeinsamkeiten zweier Eltern Nachkommen erzeugen. Um einen Fortschritt bezüglich der Lösungsqualität zu erzielen, werden bei der Selektion Individuen mit höherer Fitneß bevorzugt. Der Evolutionsprozeß wird nach einer gewissen Zeit beendet und bringt durch die fortwährende Kombination von Variation und Selektion häufig Lösungskandidaten hoher Qualität hervor.

Grundsätzlich können evolutionäre Algorithmen direkt in dem gegebenen Suchraum suchen, falls geeignete Va-

riationsoperatoren verfügbar sind, oder eine indirekte Suche durchführen, indem ein alternativer Suchraum durchsucht wird, dessen Elemente mittels eines Decoders in den ursprünglichen Suchraum abgebildet werden. Der indirekte Ansatz ermöglicht es, Problemwissen in den Decoder zu integrieren und einfachere Variationsoperatoren für den neuen Suchraum zu benutzen, während der direkte Ansatz unter Umständen problemangepaßte Variationsoperatoren oder auch Penalty-Funktionen benötigt.

Rucksackprobleme

Ein Rucksackproblem besteht aus einer Menge von Gegenständen, die jeweils einen gewissen Profit einbringen und ein gewisses Gewicht haben, und einer Gewichtsbeschränkung. Gesucht ist nun eine Teilmenge der Gegenstände, die die Gewichtsbeschränkung einhält und einen maximalen Gesamtprofit liefert. Als Beispiel betrachten wir das Problem, bei dem aus einer Menge von $n=3$ Gegenständen eine Teilmenge durch die Entscheidungsvariablen (3) ausgewählt werden soll, die die Zielfunktion (1) maximiert und den Constraint (2) einhält. Der entsprechende Suchraum, der alle potentiellen Lösungskandidaten enthält, ist in **Bild 2** dargestellt, wobei unzulässige Lösungskandidaten grau gefärbt sind. Die Nachbarschaftsrelation verbindet Kandidaten, die bis auf eine Entscheidungsvariable identisch sind.

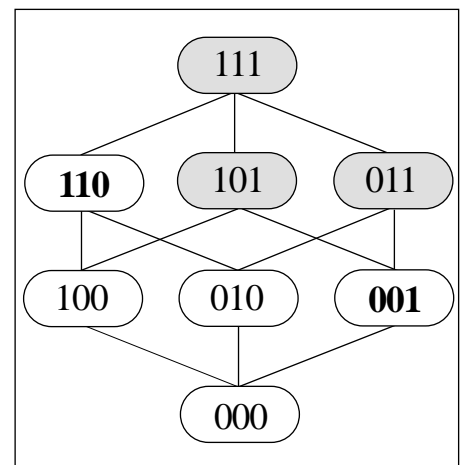


Bild 2: Der Suchraum des Rucksackproblems

In [2] werden einige generelle Eigenschaften des Suchraums aus der Monotonie des Constraints hergeleitet:

- Wenn x unzulässig und y oberer Nachbar von x ist, dann ist auch y unzulässig.
- Wenn y zulässig und x unterer Nachbar von y ist, dann ist x auch zulässig.

Wegen der strengen Monotonie der Zielfunktion folgt nun, daß das globale Optimum auf dem Rand der zulässigen Region liegt, der definiert ist als die Menge der zulässigen Lösungskandidaten, deren obere Nachbarn alle unzulässig sind; in **Bild 2** ist dieser Rand fett gedruckt und enthält die Kandidaten (1,1,0) und (0,0,1).

Covering- und Packing-Probleme werden in [2] als die Problemklasse definiert, die die Eigenschaft hat, daß die globalen Optima auf dem Rand der zulässigen Region liegen. Zu dieser Klasse gehören viele komplexe Probleme wie das Set-Covering-Problem und das mehrdimensionale Rucksackproblem, welches als Verallgemeinerung des eindimensionalen Falls mehreren Gewichtsbeschränkungen unterliegt und als repräsentatives Problem in den folgenden empirischen Untersuchungen verwendet wird. Viele praktische Fragestellungen wie z.B. Standortplanung, Ressourcenverteilung in Computernetzen oder Projektplanung lassen sich durch Covering- und Packing-Probleme modellieren [6,10]. Wegen ihrer NP-Vollständigkeit ist man in der Praxis auf effektive Heuristiken angewiesen, was insbesondere auch den Einsatz von evolutionären Algorithmen motiviert.

Direkte Suche im vollständigen Suchraum

Evolutionäre Algorithmen, die eine direkte Suche im vollständigen Suchraum durchführen, benutzen einfache Variationsoperatoren, die auch unzulässige Nachkommen erzeugen können. Die Bewertung von unzulässigen Individuen erfolgt durch eine Penalty-Funktion, die die Unzulässigkeit eines Individuums „bestraft“ und von der gegebenen Zielfunktion subtrahiert wird. Die in der Literatur für mehrdimensionale Rucksackprobleme vorgeschlagenen Penalty-Funktionen leiden meist unter dem Zulässigkeitsproblem [4,5], d.h. der evolutionäre Suchprozeß terminiert mit einer vollständig unzulässigen Population.

Bisherige Untersuchungen haben sich nur auf die empirische Auswertung der finalen Population gestützt und kaum Erkenntnisse zu den eigentlichen Ursachen des Zulässigkeitsproblems geliefert. In [2] dagegen wird eine analytische Untersuchung durchgeführt, bei der sich zeigt, daß durch ungünstig gewählte Penalty-Funktionen

1. neue lokale Optima im unzulässigen Teil des Suchraums entstehen und
2. ursprünglich globale Optima nicht mehr global optimal sind.

Bei solchen Penalty-Funktionen konvergiert ein evolutionärer Algorithmus in der unzulässigen Region. Durch eine gewisse Monotoniebedingung an Penalty-Funktionen kann jedoch garantiert werden, daß weder Fall 1 noch Fall 2 eintreten kann und somit die finale Population eines evolutionären Suchprozesses stets zulässige Lösungskandidaten beinhaltet. Empirische Untersuchungen haben gezeigt, daß die in [2] auf Basis der Monotoniebedingung entwickelte Penalty-Funktion die Population zuverlässig in den Rand der zulässigen Region führt, wo bekanntlich die globalen Optima liegen, und stets mit zulässigen Lösungskandidaten konvergiert, also das Zulässigkeitsproblem löst.

Die Dynamik des Suchprozesses kann durch das Hamming-Gewicht der einzelnen Populationen visualisiert werden. In Bild 3 ist die Dynamik für die [4] entnommene Funktion penalty6 sowie die neue Funktion penalty9 für verschiedene Initialisierun-

gen dargestellt. Für das betrachtete Problem ist bekannt, daß die Grenze der zulässigen Region etwa bei einem Hamming-Gewicht 120 liegt – oberhalb dieses Gewichts finden sich wie im vorigen Abschnitt beschrieben folglich nur unzulässige Lösungen. Unabhängig von dem Hamming-Gewicht der Startpopulation führt penalty6 die Population in die Region maximaler Zulässigkeit, die ein Hamming-Gewicht 500 hat, während penalty9 in der Lage ist, eine beliebige Startpopulation in die Grenzregion zu leiten. Dieses dynamische Verhalten kann anhand der Monotonie-Eigenschaften der Funktionen formal vorhergesagt werden: Während penalty9 die notwendige Monotoniebedingung er-

füllt, wird diese von penalty6 verletzt.

Direkte Suche im zulässigen Suchraum

Der Einsatz von Reparatur-Algorithmen erlaubt die Einschränkung der tatsächlich untersuchten Individuen auf den zulässigen Suchraum. Falls durch Variation ein unzulässiges Individuum erzeugt wird, kann dieses durch geeignete Veränderungen wieder zulässig gemacht werden. Eine weitere Verbesserung ergibt sich durch den zusätzlichen Einsatz von lokaler Optimierung [1,9].

In [2] werden neue Initialisierungsroutinen vorgeschlagen, die nur Lösungskandidaten erzeugen, ►

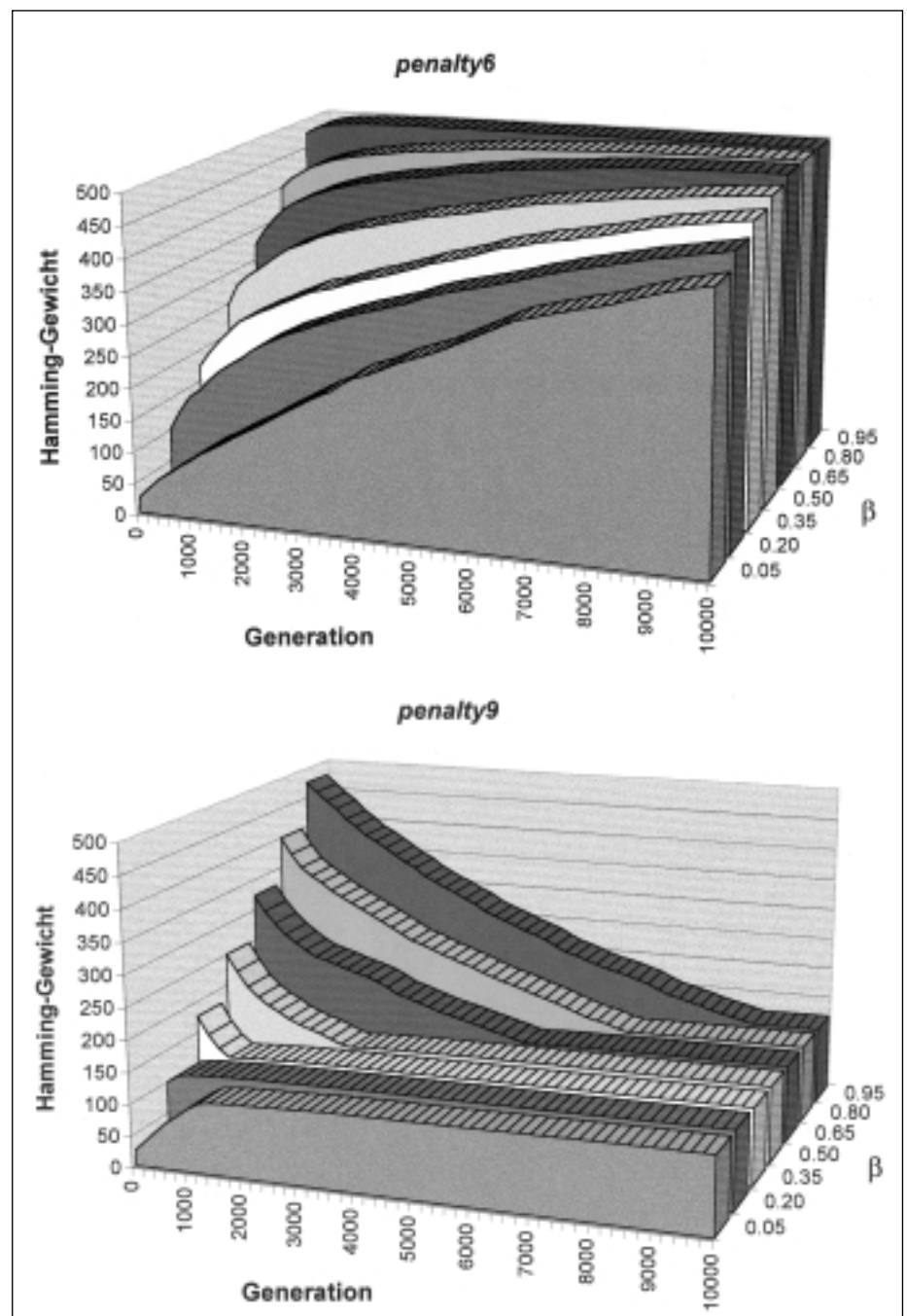


Bild 3: Die Dynamik der Hamming-Gewichte für penalty6 und penalty9 für verschiedene Initialisierungen

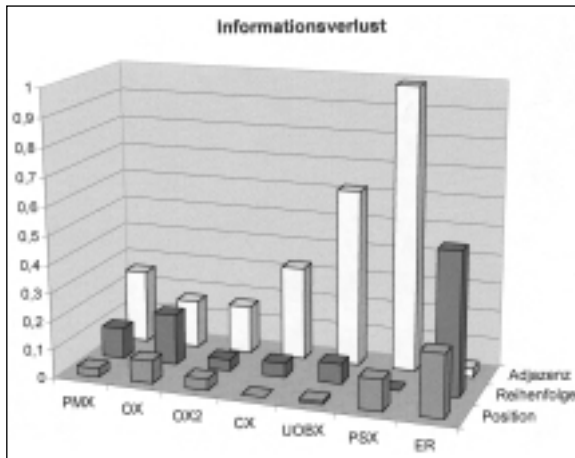


Bild 4: Informationsverlust bei verschiedenen Crossover-Operatoren bezüglich der Informationstypen Position, Reihenfolge und Adjazenz

den statistische Distanzmaße eingeführt, die sich auf die in Permutationen codierten Informationen bezüglich Reihenfolge, Adjazenz und absoluter Position der einzelnen Elemente beziehen und teilweise sogar analytisch bestimmt werden konnten.

Beispielhaft wird in **Bild 4** der Informationsverlust für verschiedene Crossover-Operatoren gezeigt, der angibt, wieviele gemeinsame Informationen der Eltern beim Crossover verlorengehen. Ein zu hoher Informationsverlust bezüglich relevanter Informationstypen bedeutet, daß der evolutionäre Algorithmus wichtige Informationen nicht ausnutzen kann, was zu schlechter Performance führt. Im Falle des Traveling-Salesman-Problems ist nur

die Adjazenz-Information wichtig, daher ist ER der beste Operator. Dagegen ist bei dem mehrdimensionalen Rucksackproblem Adjazenz irrelevant, während sowohl Positionen als auch Reihenfolge der Elemente eine Rolle spielen, so daß z.B. ER nicht adäquat und OX2 seinem Vorgänger OX überlegen ist.

Generell unterstützt die Studie von Permutationsoperatoren die Auswahl geeigneter Variationsoperatoren bei beliebigen Permutationsproblemen, sofern die relevanten Informationstypen bekannt sind.

Fazit

Während bislang meist empirische Resultate zu verschiedenen Constraint-Behandlungsmethoden in evolutionären Algorithmen vorlagen, sind in dieser Arbeit verschiedene Techniken sowohl analytisch als auch empirisch anhand einer speziellen Problemklasse untersucht worden. Die unterschiedlichen Verhaltensmuster sowie die erzielte Lösungsqualität konnten durch formale Analysen erklärt werden. Es ergab sich eine klare Differenzierung der oben behandelten grundlegenden evolutionären Vorgehensweisen, wobei sich der Einsatz von Reparatur-Algorithmen und lokaler Optimierung als besonders erfolgreich erwiesen hat.

Obwohl die empirischen Untersuchungen ausnahmslos anhand des mehrdimensionalen Rucksackproblems durchgeführt wurden, sind identische Resultate bei allen Covering- und Packing-Problemen zu erwarten, da als Verhaltensklärung der verschiedenen Techniken jeweils nur die dieser Problemklasse gemeinsame Eigenschaft benutzt wurde, die besagt, daß die globalen Optima auf dem Rand der zulässigen Region liegen.

Die Anwendung evolutionärer Algorithmen auf industrielle Probleme, die auf Covering- und Packing-Problemen basieren, wird durch diese Studie stark vereinfacht, da sowohl die erfolgversprechendsten Vorgehensweisen als auch typische

Fehler beim Design adäquater Constraint-Behandlungstechniken identifiziert wurden. Ein weiterer hoher praktischer Nutzen ergibt sich aus der allgemeinen Analyse von Permutationsoperatoren, die eine effiziente Auswahl von Variationsoperatoren ohne rechenaufwendige Simulationen gestattet. Die Charakterisierung gebräuchlicher Operatoren erleichtert die Implementierung evolutionärer Algorithmen für industrielle Fragestellungen, die sich auf Permutationsprobleme zurückführen lassen, wie z.B. Tourenplanungsprobleme oder Produktionsplanung.

LITERATUR

- [1] Chu, P.C.; J.E. Beasley: A Genetic Algorithm for the Multidimensional Knapsack Problem. *Journal of Heuristics*, Volume 4, No. 1, 63 - 86, 1998
- [2] Gottlieb, J.: *Evolutionary Algorithms for Constrained Optimization Problems*. Dissertation, Technische Universität Clausthal, Institut für Informatik, 1999. Shaker Verlag, Aachen, ISBN 3-8265-7783-3, 2000
- [3] Hinterding, R.: Mapping, Order-independent Genes and the Knapsack Problem. In *Proceedings of the 1st IEEE Conference on Evolutionary Computation*, 13 - 17, 1994
- [4] Hoff, A.; A. Lokketangen; I. Mittet: *Genetic Algorithms for 0/1 Multidimensional Knapsack Problems*. In *Proceedings Norsk Informatikkonferanse*, 1996
- [5] Khuri, S.; T. Bäck; J. Heitkötter: *The Zero/One Multiple Knapsack Problem and Genetic Algorithms*. In *Proceedings of the ACM Symposium on Applied Computation*, 188 - 193, ACM Press, 1994
- [6] Martello, S.; P. Toth: *Knapsack Problems*. John Wiley & Sons, 1990
- [7] Michalewicz, Z.: *Genetic Algorithms + Data Structures = Evolution Programs*. Third Edition, Springer, 1996
- [8] Nissen, V.: *Einführung in Evolutionäre Algorithmen*. Vieweg, 1997
- [9] Raidl, G.R.: *An Improved Genetic Algorithm for the Multiconstrained 0 - 1 Knapsack Problem*. In *Proceedings of the 5th IEEE International Conference on Evolutionary Computation*, 207 - 211, 1998
- [10] Salkin, H.M.; K. Mathur: *Foundations of Integer Programming*. North-Holland, 1989

Anm. d. Red.:

Der Verfasser wurde für seine Dissertation mit dem Förderpreis des Vereins von Freunden 1999 ausgezeichnet.

Dr. Jens Gottlieb
SAPAG

Neurottr. 16

69190 Walldorf

Tel.: 06227/7-49356

Fax: 06227/78-32766

E-Mail: jens.gottlieb@sap.com

die auf dem Rand der zulässigen Region liegen. Neue theoretische Resultate zeigen, daß sowohl im Sinne von Qualität als auch Lokalität eine „perfekte“ Reparatur bzw. lokale Optimierung zu NP-vollständigen Teilproblemen führt, weshalb in [2] eine Reihe von Heuristiken untersucht werden.

Die empirischen Resultate zeigen, daß der konsequente Einsatz lokaler Optimierung die besten Ergebnisse erzielt und deterministische Heuristiken in Reparatur und lokaler Optimierung besser als ihre entsprechenden stochastischen Varianten sind. Insgesamt erweist sich diese Vorgehensweise als die erfolgreichste – bei mehr als 100 der 270 in [1] eingeführten Benchmarks wurde eine neue beste zulässige Lösung gefunden.

Indirekte Suche im zulässigen Suchraum

Im Gegensatz zu den bisher vorgestellten Ansätzen basiert die indirekte Suche auf einem neuen Suchraum, der mittels eines Decoders in die zulässige Region des ursprünglichen Suchraums abgebildet wird. Die in [3] vorgeschlagene Repräsentation decodiert eine Permutation der Zahlen 1,...,n durch einen einfachen Greedy-Algorithmus in eine zulässige Lösung für ein Rucksackproblem mit n Gegenständen, die sogar auf dem Rand der zulässigen Region liegt [2]. Eine Vielzahl an Mutations- und Crossover-Operatoren ist jeweils für spezielle Permutationsprobleme wie z.B. Scheduling oder das Traveling-Salesman-Problem vorgeschlagen worden [7]; jedoch ist es meist nicht offensichtlich, welcher Operator bei welchem Problem die beste Performance liefert. Bislang erfolgte die Operatorauswahl häufig durch Vergleiche anhand von rechenintensiven Studien, in denen evolutionäre Algorithmen mit verschiedenen Operatoren anhand der erzielten Lösungsqualität verglichen wurden.

In [2] wird eine formale Untersuchung verschiedener Variationsoperatoren vorgenommen, die eine Charakterisierung anhand relevanter Informationstypen erlaubt, ohne dabei aufwendige Läufe evolutionärer Algorithmen zu erfordern. Es wer-

Personal

Es verstarben:

2. November 2000	Griese, Dr. Friedrich-W.	Professor (em.)	Masch. Anlagentechnik
14. November 2000	Blümer, Willi	Bibl.-Ang. i. R.	Univ.-Bibliothek
23. November 2000	Dreyer, Wolfgang	Professor a. D.	Bergbau
27. Dezember 2000	Gläsner, Erich	techn. Ang. i. R.	Nichtmet. Werkstoffe

1. Berufungsverfahren (Stand: 31. Dezember 2000)

Angewandte Werkstoffkunde und Werkstofftechnik (C 4)
 Tagebau und Internationaler Bergbau (C 4)
 Polymerwerkstoffe (C 3)
 Maschinelle Betriebsmittel (C 3) in Bergbau und Geotechnik
 Experimentalphysik (optische Technologien, C 3)
 Metall. Prozeßtechnik (C 4)
 Thermische Verfahrenstechnik (C 4)
 Brennstofftechnik (C 3)
 Wirtschaftsinformatik (C 4)
 Betriebswirtschaftslehre und Unternehmensforschung (C 3)
 Flotation, Chem. Verfahren, Abwasser- und Abfallaufbereitung (C 3)
 Strömungsmechanik (C 3)
 Festkörpermechanik (C 4)
 Glas und Glastechnologien (C 4)
 Prozeßenergie und Betriebliche Energiewirtschaft (C 4)
 Experimentelle Physik (C 4)
 Technische Informatik (C 4)
 Numerische Mathematik (C 4)
 Gießereitechnik (C 3)
 Anorganische Chemie (C 3)
 Oberflächentechnik (C 3)
 Extraktive Metallurgie (C 3)
 Regionale Geologie (C 3)
 Modellierung von Geosystemen (C 4)

 Schweißtechnik und Trennende Fertigungsverfahren (C 4)

Die Berufungskommission ist eingesetzt.
 Die Berufungskommission ist eingesetzt.
 Die Entscheidung über die Besetzung ist zurückgestellt.
 Die Berufungskommission ist eingesetzt.
 Die Ausschreibung ist beim MWK beantragt.
 Die Berufungskommission ist eingesetzt.
 Die Berufungskommission ist eingesetzt.
 Vorläufig zurückgestellt.
 Herr Prof. Dr. Schmidt hat den Ruf angenommen.
 Die Ausschreibung ist erfolgt.
 Die Strukturkommission ist eingesetzt.
 MWK hat der Ausschreibung zugestimmt.
 Strukturplan und Ausschreibungstext liegen dem MWK vor.
 Die Berufungskommission ist eingesetzt.
 Das MWK hat Herrn Dr. Weber einen Ruf erteilt.
 Herr Prof. Dr. Faupel hat den Ruf abgelehnt.
 Das MWK hat Herrn Prof. Dr. Ungerer den Ruf erteilt.
 Herr Prof. Dr. Plum hat den Ruf abgelehnt.
 Die Berufungskommission ist eingesetzt.
 Das MWK hat Herrn PD Dr. Adam den Ruf erteilt.
 Die Berufungskommission ist eingesetzt.
 Die Ausschreibung ist erfolgt.
 Die Entscheidung über die Berufung ist zurückgestellt.
 Die gemeinsame Berufungskommission ist eingesetzt.
 (Geowiss. Verfahren GGA und Hochschule)
 Die Berufungskommission ist eingesetzt.

3. Dienstjubiläen

25-jährige Dienstjubiläen		
1. November 2000	Hans-Jürgen Pfeffer	Bibl.-Insp. Univ.-Bibliothek
5. November 2000	Heinz-August Miede	Angestellter Erdöl-u. Erdgastechnik
16. Dezember 2000	Dr. Antonia Schram	Akad. Oberrätin Schweißtechnik



C4-Professur Erdgasversorgung, Erdöl- und Erdgasgewinnung

Dr. Peter Reichetseder

Der Rektor der TU Clausthal, Professor Dr. Ernst Schaumann, vollzog am siebten März die Einstellung von Dr. Peter Reichetseder für die C4-Professur "Erdgasversorgung, Erdöl- und Erdgasgewinnung". Geboren 1954 in Linz an der Donau, studierte Peter Reichetseder Erdölwesen an der Montanuniversität Leoben und promovierte 1982 mit Auszeichnung zum Doktor der montanistischen Wissenschaften. Im Jahr 1983 ehrte die Österreichische Gesellschaft für Erdölwissenschaften ihn mit dem Anerkennungspreis für wissenschaftliche Arbeiten. Seit 1983 bis zum 30. September 2000 war Dr. Reichetseder für die

Wintershall AG tätig. Beginnend als Betriebsassistent im Erdölförderbetrieb Rühlertwis und Ehmlichheim (1983-1984) stieg Dr. Reichetseder zum Betriebsführer des Erdölförderbetriebs in Landau (1987) und zum leitenden Ingenieur der kanadischen Zweigniederlassung der Wintershall in Calgary (1991) auf. Von 1993-1995 übertrug die Wintershall AG ihm die Leitung der Firmenprojekte in Rußland und der Ukraine. Von 1995 bis September vergangenen Jahres war Dr. Reichetseder Generalbevollmächtigter und Leiter des Geschäftsbereiches "Exploration und Produktion" der Wintershall AG in Kassel. ■

Bekannter Tunnelbauer wurde 80

Professor Dipl.-Ing. Siegfried Markl lehrte und prüfte von 1978 bis 1987 an der Technischen Universität Clausthal die Fächer „Tunnelbau in geschlossener und offener Bauweise“, sowie „Planung und Baustelleninstallation“, jeweils über zwei Semester.

Geboren am 26. Mai 1921 in Regensburg, studierte Siegfried Markl nach dem Abitur Bauingenieurwesen und spezialisierte sich im Tunnel-Stollen- und Kavernenbau. Er schrieb darüber mit einem Kollegen ein vielbeachtetes Fachbuch, veröffentlichte wissenschaftliche Beiträge in Fachzeitschriften und hielt Vorträge bei Tagungen in der Bundesrepublik und im Ausland. Prof. Markl wurde auf Grund seiner speziellen Kenntnisse im Untertagebau in mehrere fachspezifische Gremien berufen. Er leitete und überwachte Untertage-

bauten im In- und Ausland, u.a. den Bau des Triebwasserstollen an der Lechstaustufe Forgensee, Stollen und Kraftwerk Oberrach am Walchensee, den Oberleitungsstollen Altmühl und die Straßentunnel Harburg und Hirschhorn. Bei der Planung und Überwachung beim Bau von Tunneln für die Neubaustrecken der Bundesbahn, war er ebenso tätig wie beim Bau der U-Bahn München. Im Ausland war er als Oberbauleiter für Wasserstollen im Iran, Venezuela und Peru verantwortlich. Neben seiner Tätigkeit in der Bauindustrie als Bauleiter und Abteilungsleiter lehrte er an der Lehrbaustelle Stockdorf, an der Bundeswehruniversität München und zuletzt als Honorarprofessor an der TU Clausthal. Für diese außerberuflichen Aktivitäten wurden ihm mehrere Ehrungen zuteil. Bundespräsident Herzog verlieh Prof. Markl 1998 das Bundesverdienstkreuz am Bande.



Professor Dipl.-Ing. Siegfried Markl

„Wir dürfen Sie nicht ziehen lassen“

Sicherheitsingenieur Gerhard Wiegel verabschiedet



Dipl.-Ing. Gerhard Wiegel und Dr. Peter Kickartz

„Vor fünfunddreißig Jahren hätte ich mir nie vorstellen können, daß ich auf Feuer und flüssiges Eisen einmal verzichten könnte und den größten Teil meiner Arbeitszeit am Schreibtisch verbringen würde. Aber ich habe gerne als Sicherheitsingenieur gearbeitet. Seit 1988 an der TU Clausthal konnte ich mit einer guten Mannschaft dafür sorgen, daß heute unsere Unfall- und Krankenzahlen zu den niedrigsten an einer Universität zählen“, sagte Dipl.-Ing. Gerhard Wiegel bei seinem Ausstand und der Verabschiedung aus dem aktiven Dienst der TU Clausthal am 22. Dezember vergangenen Jahres.

Der Kanzler Dr. Peter Kickartz ließ Stationen der gemeinsamen Arbeit, u.a. die Erarbeitung der Gefahrstoffverordnung und den Bau des Gefahrstofflagers Revue passieren und dankte Gerhard Wiegel für seine überaus engagierte Arbeit als Sicherheitsingenieur der Universität.

Der Rektor Professor Dr. Ernst Schaumann erinnerte: „Sie haben Ihre Arbeit so gut gemacht. Daß Sie nun gehen, ist eine schöne Bescherung. Wenn wir das konsequent zu Ende denken, dürfen wir Sie gar nicht ziehen lassen. Ich wünsche Ihnen, daß Sie viele Jahre die Rentenkassen plündern können.“

Professor Dr.-Ing. Theodor Tellkamp verabschiedet



(v.l.n.r.): Dr. -Ing. Vetter, Prof. Dr.-Ing. Ulrich Konigorski, Prof. Dr.-Ing. Theodor Tellkamp, Prof. Dr. Thomas Hanschke, Dr. Peter Kickartz, Dirk Wieczorek

Der Prorektor der TU Clausthal für Studium und Lehre, Professor Dr. Thomas Hanschke, verabschiedete Professor Dr. Theodor Tellkamp, Institut für Apparatebau und Anlagentechnik, in den Ruhestand.

Professor Tellkamp absolvierte zunächst eine Lehre als Vermessungstechniker auf einem Bergwerk im Ruhrgebiet, holte anschließend parallel zur Berufstätigkeit sein Abitur im Abendgymnasium nach, studierte sodann an der Bergakademie Clausthal Markscheidewesen und promovierte in der Gebirgsmechanik.

Die Siemens AG gewann ihn. Dr.-Ing. Tellkamp plante den Bau von Kernkraftreaktoren in erdbebengefährdeten Gebieten. Nach neun Jahren Industrietätigkeit kehrte er an die TU Clausthal zurück für das Aufgabengebiet „Apparatebau und Anlagentechnik“.

„Ihr Lebensweg zeigt exemplarisch, daß eine fundierte Ausbildung in den natur- und ingenieurwissenschaftlichen Kernfächern dazu befähigt, sich auch in vollkommen neue Aufgabenstellungen hineinzudenken und sie erfolgreich zu bearbeiten“, sagte Professor Dr. Hanschke und dankte Professor Tellkamp für sein Wirken an der TU Clausthal. ■

Landarbeiter, Student, Wissenschaftler, Rektor und nun Bürgermeister einer 3-Millionenstadt

Ein zielstrebigem Lebensweg, der nun eine überraschende Wendung nahm: Professor Dr. Mingpeng Zhao, geboren 1958, studierte, nachdem er als Folge der Kulturrevolution für drei Jahre auf dem Land arbeiten mußte, an der Bergbauhochschule Fuxin und anschließend an der TU Clausthal Geologie. Im Jahre 1988 promovierte er bei Professor Dr. Adler mit einer montangeologischen Arbeit über das Ruhrgebiet.

Dann tat er etwas sehr Ungewöhnliches: Neben der fortgesetzten wissenschaftlichen Arbeit an der TU Clausthal begründete und leitete er in Zellerfeld ein Restaurant, benannt nach seiner Hochschule Fuxin. Das gesamte Personal bestand aus chinesischen Clausthaler Studenten und Wissenschaftlern.

Sie arbeiteten ehrenamtlich. Der Erlös diente der Unterstützung chinesischer Studenten. Jährlich konnten bis zu zwei Studierende nennenswert finanziell gefördert werden. Dann ging Dr. Zhao nach Hause, wurde zuerst Prorektor für Forschung der Technischen Universität Liaoning in Fuxin und in den folgenden Jahren wechselte er an die Technische Hochschule Jinzhou als deren Rektor. Und in dieser Funktion war er im letzten Sommer zu Gast an der TU Clausthal. Im Dezember rief ihn der chinesische Staat in eine neue Aufgabe: Professor Dr. Mingpeng Zhao wurde mit sofortiger Wirkung Bürgermeister der 3-Millionenstadt Jinzhou. Die TU Clausthal, vertreten durch ihren Rektor, Professor Dr. Ernst Schaumann, gratulierte herzlichst. ■



Präsident Rölleke zum Honorarprofessor bestellt



(v.l.n.r.): Prof. Dr. Ernst Schaumann, Frau Rölleke, Prof. Dipl.-Ing. Franz Josef Rölleke

Dipl.-Ing. Franz Josef Rölleke, Präsident des Oberbergamtes in Clausthal-Zellerfeld und Lehrbeauftragter für das Gebiet des Umweltschutzes im Bergbau, wurde vom Rektor der TU Clausthal, Professor Dr. Ernst Schaumann, am achten Februar zum Honorarprofessor bestellt. Professor Rölleke studierte an der Bergakademie Clausthal (1958-63) Bergbau. Nach Stationen bei den Bergämtern in Goslar und Meppen kehrte er 1992 an das Oberbergamt in Clausthal-Zellerfeld endgültig zurück und wurde im Jahre 1996 dessen Präsident. Professor Rölleke war in den Jahren 1998-99 Vorsitzender des gemeinsamen Prüfungsausschusses für den höheren Staatsdienst im Bergfach beim Bundeswirtschaftsministerium, des weiteren ist Professor Rölleke u.a. Mitglied des wissenschaftlichen Beirates der Deutschen Wissenschaftlichen Gesellschaft für Erdöl, Erdgas und Kohle und Sachverständiger für Bergbauprobleme der Kommission der Europäischen Gemeinschaft sowie Mitglied des Technischen Beirates des Germanischen Lloyd. Mit seinen vielfältigen Kenntnissen und Erfahrungen ist er für die Lehre im Bergbau an der TU Clausthal eine äußerst wertvolle Bereicherung.

Dr. Bernhard Vosteen zum Honorarprofessor bestellt

„Als Ihr Doktorvater, Professor Traustel, im Sterben lag, sprachen wir über Sie, und er sagte mir, ich habe viele Doktoranden gehabt, der Vosteen war der beste. Kümmere dich um ihn, denn er hat zwei Schwächen. Er ist besser als seine Chefs, und er sagt immer die Wahrheit. Er wird es schwer haben. Heute haben wir dafür gesorgt, daß Sie dort hin kamen, wo Sie hingehören, in den Lehrkörper einer wissenschaftlichen Hochschule“, sagte Professor Dr.-Ing. Rudolf Jeschar bei der Bestellung von Dr.-Ing. Bernhard Vosteen zum Honorarprofessor.

Professor Vosteen, der seit 1995 einen Lehrauftrag zu „Thermischen Verfahren zur Behandlung von Restabfällen“ wahrnimmt, ist als Ingenieur bei der Bayer AG für die Verfahrensentwicklung im Geschäftsbereich „Werksdienste - Zentraler Umweltschutz“ zuständig. Während seines gesamten beruflichen Werdegangs war Vosteen durchweg mit Forschung und Entwicklung befaßt, anfangs auf dem Gebiet des Brennens von Zement, Kalk und Gips (TU Braunschweig und dann Fa. Babcock-BSH, Bad Hersfeld), dann als langjähriger Leiter der zentralen Trocknungstechnik der BAYER AG (Leverkusen) und später als

Forschungsleiter der Fa. L. & C. Steinmüller (Gummersbach). In seinem heutigen Verantwortungsbereich bearbeitete er seit 1990 bei der BAYER AG diverse Projekte zur thermischen Verwertung von Auto shredderleichtmüll (Zusammenarbeit mit dem „Verband kunststoffherzeugende Industrie“), zur Mono- und Coverbrennung von Kunststoffabfällen (Zusammenarbeit mit dem „European Centre for Plastics in the Environment“) und von industriellen Klärschlamm. In jüngster Zeit widmet er sich intensiv der Optimierung von Drehrohr-Sonderabfall-Verbrennungsanlagen und von Ab-

wasser-Verbrennungsanlagen. Seit dem Wintersemester 1999/2000 nimmt Professor Vosteen gleichfalls einen Lehrauftrag an der Martin-Luther Universität Halle/Merseburg wahr.



Prof. Dr. Ernst Schaumann und Prof. Dr. Bernhard Vosteen

27. Oktober 2000

Mitgliederversammlung des Vereins von Freunden der TU Clausthal

In Vertretung des Vorsitzenden begrüßte Herr Prof. Dr. Ameling vor Eintritt in die Tagesordnung die Anwesenden, insbesondere die neuen Mitglieder, die erstmals an einer Mitgliederversammlung teilnahmen. Ein besonderer Gruß galt dem Rektor der Universität, Magnifizenz Prof. Dr. Schaumann, und den Prorektoren Prof. Dr. Beck und Prof. Dr. Hanschke sowie dem Altrektor Prof. Dr. Dietz.

Sodann gedachte Prof. Ameling mit ehrenden Worten der seit der letzten Mitgliederversammlung verstorbenen langjährigen Mitglieder des Vereins von Freunden:

Dipl.-Ing. Peter Bierwirth, Meppen
 Dipl.-Ing. Martin Brückner, Köln
 Dipl.-Ing. Wilfried Eymer, München
 Dipl.-Ing. Dr.-Ing. E. h. Paul Flachsenberg, Wülfrath
 Dipl.-Ing. Franz Gassner, Eisenberg
 Dipl.-Ing. Hans-Dieter Gleichmann, Alsdorf
 Prof. Dr. Hans-Günter Haddenhorst, Burgdorf
 Prof. Dr. Otto Haibach, Essen
 Dipl.-Berging, Ernst Hawickenbrauck, Essen
 Dipl.-Ing. Henry K. Imorde, Calgary/Kanada
 Prof. em. Dr. Ekkehard Kröner, Stuttgart
 Prof. Dr.-Ing. Hans-Wilhelm Lieber, Berlin
 Dipl.-Ing. Hermann Neske, Gladbeck
 Prof. Dr.-Ing. Carl-Otto Pels-Leusden, Schwaig
 Walther Reiff, Herten
 Dr.-Ing. Karl A. Ullrich, Duisburg
 Dr.-Ing. Rüdiger von Velsen-Zerweck, Werne
 Dipl.-Ing. Jürgen Voskuhl, Ibbenbüren
 Prof. em. Dr. Raimund Willecke, Clausthal-Zellerfeld
 Bergvermessungsrat Albert-Leo Züscher, Brühl

Bericht des Vorstandes

In seinem Bericht über die wesentlichen Begebenheiten seit der letzten Mitgliederversammlung am 29.10.1999 gab Prof. Ameling zur Mitgliederbewegung folgende Entwicklung bekannt:

Die Zahl der persönlichen Mitglieder beträgt 1.340. Bis zum 27.10.2000 sind 43 Mitglieder eingetreten, die Zahl der im gleichen Zeitraum durch Austritt, Tod oder Streichung aus der Mitgliedskartei Ausgeschiedenen beläuft sich dagegen auf 64. Der Stand der Firmenmitglieder ist um 5 auf 63 gesunken.

Für die Auszeichnung mit dem Förderpreis des Vereins von Freunden lagen dem Kuratorium auch in diesem Jahr mehrere exzellente Dissertationen und Diplomarbeiten vor. Wie in den früheren Jahren war es auch diesmal nicht einfach, unter den zur Prämierung vorgeschlagenen Arbeiten die besten herauszufinden. Die Wahl ist schließlich auf die Dissertation von Herrn Dr. Gottlieb sowie auf die Diplomarbeit von Herrn Dipl.-Geol. Witte gefallen.

Im Rahmen der finanziellen Förderung unterstützt der Verein die TU seit Jahren bei der Ausrichtung und Durchführung der Landesausscheidung „Jugend forscht“.

Der Verein hilft im Rahmen seiner satzungsmäßigen Möglichkeiten der Hochschule dort, wo der TU Etatmittel nicht oder in nicht ausreichendem Umfang zur Verfügung stehen.

Bericht des Schatzmeisters und der Rechnungsprüfer

Der Schatzmeister des Vereins von Freunden, Herr Dr. Pfeiffer, gab einen ausführlichen Bericht über die Jahresrechnung 1999 und erläuterte den Haushaltsvoranschlag für das Rechnungsjahr 2001.

Er gab bekannt, daß die Freistellungsbescheide des Finanzamtes zur Körperschafts-, Gewerbe- und Vermögenssteuer bis einschließlich 1998 für den Verein von Freunden und die von ihm betreuten Stiftungen (Rudolf-Vogel-Stiftung, Heinz-P.-Kemper-Stiftung sowie Eberhard-Schürmann-Stiftung) vorliegen.

Der Rechnungsprüfer, Herr Ltd. Bergdirektor Gravenhorst, gab den Bericht über die Prüfung der Jahresrechnung 1999. Beanstandungen der Jahresrechnung haben sich nicht ergeben.

Die Mitgliederversammlung beschloß einstimmig, die Jahresrechnung für das Geschäftsjahr 1999 anzunehmen. Der Bericht der Rechnungsprüfer, die Aufstellung über das Vermögen des Vereins per 31.12.1999 sowie die Abrechnung für das Geschäftsjahr 1999 liegen als Niederschrift vor.

Prof. Ameling sprach dem Schatzmeister und den Rechnungsprüfern, Ltd. Bergdirektor Gravenhorst und Steuerberater Dr. Tosch, den Dank für die Berichte sowie für die im abgelaufenen Jahr geleistete Arbeit im Sinne des Vereins von Freunden aus.

Entlastung des Vorstandes

Herr Dipl.-Ing. Rieß stellte den Antrag, dem Schatzmeister und den übrigen Mitgliedern des Vorstandes des Vereins von Freunden für das Geschäftsjahr 1999 Entlastung zu erteilen. Gleichzeitig dankte er dem Vorstand im Namen des Vereins für die im abgelaufenen Jahr geleistete Arbeit. Die Mitgliederversammlung erteilte dem Schatzmeister und den übrigen Mitgliedern des Vorstandes des Vereins von Freunden für das Rechnungsjahr 1999 einstimmig Entlastung.

Wahl der Rechnungsprüfer

Prof. Ameling teilte mit, daß die Herren Ltd. Bergdirektor Dipl.-Ing. Gravenhorst und Steuerberater Dr. jur. Tosch sich bereiterklären haben, auch weiterhin als Rechnungsprüfer zur Verfügung zu stehen. Er empfahl deshalb der Mitgliederversammlung auf Vorschlag des Vorstandes, für die nächsten Geschäftsjahre als Rechnungsprüfer die Herren Gravenhorst und Dr. Tosch zu wählen. Die Mitgliederversammlung folgte einstimmig dieser Empfehlung.

Der Vorsitzende dankte im Namen des Vereins den Rechnungsprüfern für ihre Bereitschaft, dem Verein von Freunden auch weiterhin für diese Aufgabe zur Verfügung zu stehen.

Der ebenfalls vor der Versammlung abgegebene **Bericht des Rektors** findet sich in seinen wesentlichen Punkten im Anschluß.

15. April – 27. Oktober 2000

Bericht des Rektors

Preisträger der Stiftungen an der TU Clausthal 2000

Förderpreis des Vereins von Freunden der TU Clausthal

Dr. rer. nat. Jens Gottlieb:

„Evaluation Algorithms for Constrained Optimization Problems“

Betreuer: Prof. Dr. Kupka
Institut für Informatik

Dipl.-Geol. Jan Witte:

„Die Sedimentologie und Lithologie der glazigenen Al Khilata-Formation (Permokarbon) im Rahmen der geologischen Entwicklung der südöstlichen Arabischen Halbinsel“

Betreuer: Prof. Dr. Kulke
Institut für Geologie und Paläontologie

Eberhard-Schürmann-Preis

Dr.-Ing. Frank von Buch:

„Entwicklung hochkriechbeständiger Magnesiumlegierungen des Typs Mg-Sc(-X-Y), Mg-Gd und Mg-Tb“

Betreuer: Prof. Dr. Mordike
Institut für Werkstoffkunde und Werkstofftechnik

Dipl.-Math. Sophie Marie Schnurre:

„Thermodynamische Modellierung stabiler und metastabiler Phasengleichgewichte“

Betreuer: Prof. Dr. Schmid-Fetzer
Institut für Metallurgie

Rudolf-Vogel-Preis

Dr. rer. nat. Andreas Dietrich:

„Metallogenie, Geochemie und Schmelzeinschlußuntersuchungen von tin porphyry and copper porphyry Lagerstätten der zentralen Anden (Bolivien, Chile)“

Betreuer: Prof. Dr. Bernd Lehmann
Institut für Mineralogie und Mineralische Rohstoffe

DAAD-Preis für ausländische Studierende

Dipl.-Ing. Pei-Shih Huang:

„Entwurf eines Fahrzustandsbeobachters für ein Fahrdynamikregelsystem“

Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Ulrich Konigorski
Institut für Elektrische Informationstechnik

Bausituation an der TU Clausthal

Im Bereich Arbeitssicherheit und Umweltschutz wurden die Arbeiten, wie z. B. der Anschluß weiterer Sicherheitsschranke, Maßnahmen zur Wassereinsparung etc., weitergeführt.

Sanierung des Fernwärmenetzes

Die Fernwärmeleitungen zwischen den Instituten für Polymerwerkstoffe und Kunststofftechnik, Erdöl- und Erdgastechnik sowie Aufbereitung und Deponietechnik sind im September 2000 erneuert worden. Die Leitungen zwischen dem Institut für Geologie und Paläontologie und der Universitätsbibliothek sollen im Jahre 2001 saniert werden.

In einem nicht zur Sanierung vorgesehenen Leitungsabschnitt zwischen dem Institut für Polymerwerkstoffe und Kunststofftechnik und dem Gästehaus ist in der 40. Kalenderwoche 2000 ein Rohrbruch aufgetreten, dessen Lokalisierung und Behebung fast eine Woche gedauert hat. Während dieser Zeit waren das Gästehaus, das Institut für Erdölforschung, der Bergbaukomplex, das Rechenzentrum, das Institut für Metallurgie, Aula, Schwimmhalle und die Institute für Mathematik, Maschinenbau und Anorganische und Analytische Chemie ohne Wärmeversorgung. Weitere Schadstellen werden in diesem Abschnitt vermutet.

Datenmäßige Vernetzung

Das Glasfasernetz zwischen den Gebäuden ist in den Vorjahren verlegt worden. Nach Genehmigung der Haushaltsunterlage-Bau für den 3. Bauabschnitt sind die Arbeiten für die Inhouse-Netze in 24 Gebäuden ausgeschrieben und vergeben worden. Mit den Arbeiten in sieben Gebäuden wurde noch im Jahr 2000 begonnen. Die Fertigstellung dieses ersten Teilabschnittes ist für Juli 2001 vorgesehen.

Herrichtung des Hochschulgebietes Tannenhöhe

Die 20 kV-Stromeinspeisung ist fertiggestellt, so daß auch für Forschungshallen ausreichend elektrische Energie zur Verfügung steht. Zur Zeit wird eine Teilfläche des Dachgeschosses des Gebäudes

des 5040 Ost zu einem virtuellen Labor für das Institut für Prozeß- und Produktionsleittechnik ausgebaut.

Glockenturm

Der Glockenturm ist am 11. Oktober 2000 nach gründlichen Sanierungsarbeiten von den Spittelwiesen in das Hochschulgebiet „Feldgraben“ umgesetzt worden.

Außenanlagen

Die Julius-Albert-Straße und die Stichstraße zwischen der Walther-Nernst-Straße und dem Gästehaus haben eine neue Verschleißdecke erhalten. Die übrigen Straßen der Technischen Universität Clausthal wurden repariert.

Den Schwerpunkt der Neupflanzungen bildet in diesem Herbst der Bereich zwischen den Instituten für Organische Chemie und Physikalische Chemie. Bedingt durch den Neubau des Chemikalien- und Sonderabfallzwischenlagers ist hier eine Neugestaltung der Außenanlagen erforderlich. Gepflanzt wurden bzw. werden blühende Stauden, Sträucher und Bäume.

Zentrum für Technologietransfer und Weiterbildung (ZTW) sowie Pressestelle

Veranstaltungen

• Ringvorlesung „Mut zur Selbstständigkeit“

Die vom Bereich Technologietransfer betreute Ringvorlesung für Existenzgründer wurde im Sommersemester mit einer Teilnehmerzahl von durchschnittlich 20 Personen fortgeführt. Die Themen waren:

- Der Unternehmer als Persönlichkeit und die resultierenden Konsequenzen für Unternehmens- und Führungsphilosophie
- Führung und Zusammenarbeit – Funktionen, Konzeptionen, Stile, Techniken
- Führungsstil und Mitarbeitermotivation am Beispiel eines Unternehmens der IT-Branche
- Private und betriebliche Absicherung von Unternehmen
- Marketing für Existenzgründer
- Wissen als kritischer Erfolgsfaktor der Unternehmensentwicklung
- Die Unternehmung im Wandel

· Tag der offenen Tür

Im Rahmen der Festwoche zum 225-jährigen Jubiläum der Technischen Universität Clausthal organisierte der Bereich Technologietransfer am 15. Juni 2000 einen Tag der offenen Tür, an dem sich 15 Institute und Einrichtungen der Hochschule beteiligten.

· Deutsch-Französisches Forum

Ende Oktober 2000 beteiligte sich die Universität mit einem eigenen Stand am Deutsch-Französischen Forum in Saarbrücken, einer binationalen Messe für Studierende, Hochschulen und Unternehmen.

Medien

· Buchprojekt „Brücken in die Zukunft“

Anlässlich des 225-jährigen Bestehens der Universität wurde das Buch „Brücken in die Zukunft – Forschung an der Technischen Universität Clausthal“ herausgegeben. In 52 Beiträgen werden die Forschungsaktivitäten an der Hochschule in anschaulicher und attraktiv aufbereiteter Form dargestellt. Die Berichte sind den folgenden interdisziplinären Themenschwerpunkten zugeordnet:

Umwelt und Geosystem – Rohstoffe und Energie – Materie und Werkstoffe – Verfahren und Produkte – Elektronik und Automation – Modellierung und Simulation – Ökonomie und Management

· Informationsmaterialien

Für die Studiengänge *Informationstechnik, Geophysik, Maschinenbau* (Intensivstudienprogramm), *Mathematik und Technomathematik* wurden neue Informationsblätter erstellt.

Für die Geosammlung wurde ein Faltblatt gestaltet. Eine englischsprachige Version der Broschüre „Studieren in Clausthal“ befindet sich in Vorbereitung.

· World Wide Web

Das ZTW-Technologietransfer betreut als Webredaktion inhaltlich den zentralen WWW-Server der Technischen Universität Clausthal.

· Imagewerbung

Die Binding-Brauerei hat anlässlich des 225-jährigen Bestehens der Universität eine Bierdeckelserie mit vier Motiven der TU Clausthal aufgelegt. Die Gestaltung der Bierdeckel und die Projektabwicklung mit der Binding-Brauerei wurde durch das ZTW-Technologietransfer vorgenommen.

Information und Beratung

· Unternehmenskontakte

Das ZTW-Technologietransfer berät Unternehmen bei der Suche nach Know-how, Dienstlei-

stungen und Kooperationspartnern in der Universität.

· Forschungsförderung

Das ZTW informiert die Wissenschaftler der TU Clausthal regelmäßig über neue Ausschreibungen von Förderprogrammen. Bei Bedarf werden Einzelrecherchen nach geeigneten Programmen für ein geplantes Vorhaben durchgeführt.

· Öffentlichkeitsarbeit

Der Bereich Technologietransfer berät die Institute und Einrichtungen der TU Clausthal bei der Erstellung eigener Informations- und Werbeschriften.

Projekte

· Die gründerfreundliche Hochschule

Die TU Clausthal beteiligt sich gemeinsam mit der TU Braunschweig und der FH Braunschweig/Wolfenbüttel am niedersächsischen Wettbewerb „Die gründerfreundliche Hochschule“. Ziel des Wettbewerbs ist der Aufbau gründerfreundlicher Strukturen an den Hochschulen und eine individuelle Betreuung und Förderung der Gründer. Das ZTW-Technologietransfer vertritt die Hochschule in diesem Konsortium.

· Clausthaler Gründeragentur

Gemeinsam mit Partnern in der Region bereitet die TU Clausthal einen Antrag auf Förderung im Europäischen Sozialfonds vor. Gegenstand des Projektes ist der Aufbau einer regionalen Gründeragentur zur Förderung von Existenzgründungen aus der Hochschule. Die Federführung liegt beim ZTW.

Seminarveranstaltungen

· Praxisseminar „Novellierte Strahlenschutz- und Röntgenverordnung“ vom 29.–30. Mai 2000 gemeinsam mit der Universität Tübingen

· Praxisseminar „Umweltmanagement – Chancen und Grenzen eines Umweltaudits in Hochschulen“ vom 5.–7. Juni 2000 mit der HIS GmbH Hannover

· Workshop „Hochschule der Zukunft – Auswirkungen auf die Arbeit von Personalräten“ vom 3.–5. Juli 2000 mit dem Personalrat der TU Clausthal

· Praxisseminar „Chemische Praktika auf dem Prüfstand – Chemieausbildung im Spannungsfeld von Didaktik, Experimentierfreude und Sicherheit“ vom 18.–20. September 2000 gemeinsam mit der HIS GmbH Hannover und dem Ortsverband der Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh)

· Workshop „Arbeitsplatz Hochschule: Gesundheitsförderung – ein Beitrag zur Organisationsentwicklung und zum Arbeitsschutz“

vom 13. – 15. November 2000 mit der HIS GmbH Hannover

· Praxisseminar „Neue Anforderungen an das Gebäude- und Liegenschaftsmanagement“ vom 27. – 29. November 2000 mit der ATA

· Am 14. Mai wurde ein Schülerseminar „Informationstechnik“ mit 25 Teilnehmern durchgeführt. Am 17. und 18. Juni fand das 2. Clausthaler Geowochenende statt, an dem 15 Personen teilnahmen.

Haushaltssituation und Einsparmaßnahmen des Landes

Der Modellversuch Globalhaushalt hat sich durch die mögliche Flexibilität weiterhin als förderlich erwiesen.

Mit dem Abschluß eines zweiten „Innovationspaktes“ modifiziert die Landesregierung den damit vorzeitig abgebrochenen „Solidarpakt Innovationsoffensive“ und zwingt alle Hochschulen Niedersachsens zu einer weiteren Einsparung. Die finanzielle Seite dieses „Innovationspaktes“ ist für die TU Clausthal unangenehm, im Sinne einer „Solidaritätserklärung“ mit dem Land letztlich aber verkraftbar.

Teil des „Innovationspaktes“ ist die Ermutigung zur Bildung von hochschulübergreifenden Kooperationsverbunden. Diesem Anliegen ist die TU Clausthal durch die Bildung des „Consortium Technicum“ gemeinsam mit der TU Braunschweig und der Universität Hannover bereits zuvorgekommen. Die drei Universitäten wollen bei voller Wahrung der Eigenständigkeit Abstimmungen bei der Ausrichtung neu zu berufender Lehrstühle und bei speziellen Entwicklungsprojekten vornehmen. Keim dieser Vereinbarung ist die gut funktionierende Kooperation zwischen unserer TU und der Uni Hannover im Bereich Maschinenbau.

Seit Anfang Oktober liegt ein Referentenentwurf zu einem neuen niedersächsischen Hochschulgesetz vor, das einschneidende Änderungen auch für die TU Clausthal nach sich ziehen könnte. Der Diskussionsprozeß beginnt jedoch erst.

Modularisierung der Studiengänge

Ausführlich wurde hierüber bereits in Heft Nr. 4 (Juli 1999) berichtet. Die TU Clausthal hat in diesem Projekt die Verantwortung für die Definition der Module und die internationalen Aspekte. Das Projekt wird Ende 2001 mit einem Vorschlag zur Gestaltung modularisierter Studiengänge abschließen; verantwortliches Institut für diese Arbeiten ist das Institut für Maschinenwesen.

Habilitationen

Bouaifi, Belkacem, Dr.-Ing.:

Eigenschaftsvorhersage hartstoffverstärkter Schutzschichten durch werkstoff- und prozeßbezogene Modellierung der Karbidauflösungstechnik.
Fachgebiet: Werkstoff- und Fügetechnik

Liu, Jiping, Dr.-Ing.:

Dauerfestigkeitsberechnung metallischer Bauteile.
Fachgebiet: Betriebsfestigkeit.

Spitzer, Karl-Heinz, Dr.-Ing.:

Mathematische Modelle zur Optimierung und Entwicklung metallurgischer Prozesse.
Fachgebiet: Metallurgie

Promotionen

Physik, Metallurgie und Werkstoffwissenschaften

Rosyid, Muhamad Farchani, M.Sc.:

Zum Zusammenhang zwischen geometrischer Quantisierung und Borel-Quantisierung.

Brause, Martin, Dipl.-Phys.:

Untersuchung zur Wechselwirkung von Metallatomen (Cs, K und Mg) und Molekülen (O₂, CO und CO₂) mit TiO₂-Oberflächen.

Mutale, Christian-Thales, Dipl.-Ing.:

Gleichgewichte zwischen Mg-Li-i-Legierungen und Salzsäuren.

Juhart, Matjaz, Dipl.-Ing.:

Schaumslaggen der Elektrostahlerzeugung und der Sekundärmetallurgie.

Cramervon Clausbruch, Sascha, Dipl.-Ing.:

Kristallisation, Gefüge und Eigenschaften ausgesuchter Gläser und Glaskeramiken im System SiO₂-Li₂O-ZnO-K₂O-P₂O₅.

Müller-Fildebrandt, Constanze, Dipl.-Ing.:

Wechselwirkung zwischen Zinnschmelze und Floatglas.

Wellen, Markus, Dipl.-Ing.:

Diffusion der stabilen Tracerisotope ³⁰Si und ⁷⁴Ge in der intermetallischen Phase Fe₃Si im Temperaturbereich von 530 °C bis 720 °C.

Helmbold, Julia, Dipl.-Ing.:

Einfluß der Dotierungskonzentration auf den Sauerstofftransport in donator-dotiertem SrTiO₃.

Schnittker, Andreas, Dipl.-Ing.:

Hochtemperaturkorrosion von C/C-SiC-Werkstoffen in wasserhaltigen Atmosphären.

Wagner, Marcel, Dipl.-Ing.:

Haftung kunsthistorischer Emails auf Edelmetalllegierungen.

Pupava, Jan, Dipl.-Ing.:

Beitrag zur metallurgischen Bewertung eines Elektrofen-Schmelzbetriebes für Gußeisen mit Lamellengraphit.

Mirzayousef-Jadid, Ali-Mansour, Dipl.-Chem.:

Redoxgleichgewichte von Titan, Chrom und Niob in Silikatschlacken.

Zunzer, Ute, Dipl.-Ing.:

Umsetzung der organischen Bestandteile des Rohmaterials beim Klinkerbrennprozeß.

Geowissenschaften, Bergbau und Wirtschaftswissenschaften

Ayalew Yimam, Lulseged, M.Sc.:

Weathered rock mass characterization considering uncertainty, with an example from Gilgel Gibe hydropower project in Ethiopia.

Lawiszus, Bernd, Dipl.-Geol.:

Methodische Untersuchungen zu magnetischen Eigenschaften geologischer Körper (Minerale, Gesteine, Erze).

Germakowsky, Carsten, Dipl.-Geol.:

Der kapillare Aufstieg von Wasser in nichtbindigen Lockergesteinen der Sandfraktion unter besonderer Berücksichtigung der Aufstiegszeit.

Gömann, Karsten, Dipl.-Min.:

Das Verhalten von Spurenelementen in tertiären Basaltgläsern im Kontakt zu Evaporiten: Eine Elektronenstrahl-Mikrosonden-Studie.

López-Doncel, Rubén Alfonso, Dipl.-Geol.:

Karbonatfazielle Entwicklung während der mittleren Kreide am westlichen Rand der Valles-San Luis Potosi-Plattform (Mittel-Mexiko).

Friebertshäuser, Dirk, Dipl.-Geol.:

Langzeitverhalten von Schadstoffen im Grundwasser ehemaliger Kokereisandorte im Rheinisch-Westfälischen Steinkohlenbezirk.

Edelhoff-Dauben, Janine, Dipl.-Geol.:

Sicherung von Gasaustritten an der Erdoberfläche in Abhängigkeit unterschiedlicher Deckgebirgsmächtigkeiten.

Maselli, Jörg, Dipl.-Volkswirt:

Umweltkostenmanagement beim Target Costing und in der Balanced Scorecard.

Streerath, Andreas, Dipl.-Ing.:

Analyse und Modellierung großräumiger bergbaubedingter Senkungen aus photogrammetrischen Beobachtungen.

Lüring, Andreas, Dipl.-Kfm.:

Qualitative Aspekte und quantitative Modelle der Instandhaltung – dargestellt am Beispiel der Salzgitter AG – Stahl und Technologie.

Silberberg, Uwe, Dipl.-Ing.:

Untersuchungen zum Projektmanagement von Flächen-

recyclingprojekten unter besonderer Berücksichtigung der Sanierung von Altlasten durch Schlitzwände.

Maschinenbau, Verfahrenstechnik und Chemie

Flöter, Iris, Dipl.-Chem.:

Probenvorbereitungsverfahren zur Analytik von PAK und Ochratoxin A in Lebensmitteln.

Hillermann, Jens, Dipl.-Chem.:

Kontrollierte radikalische Polymerisation von Methacrylaten-Co- und Homopolymerisationen.

Chen, Guangwu, M.Sc.:

New Neo-aminodeoxysaccharides with Nucleic Acid Binding Properties (Neue Nukleinsäure-affine Neo-aminodeoxysaccharide).

Bückins, Matthias, Dipl.-Geol.:

Untersuchungen an Schwermetallen aus Sedimenten und Buntmetall-Schlacken.

Lettau, Markus, Dipl.-Chem.:

Synthese und Charakterisierung von definiertem Polystyrol-block-poly-(Styrol-co-Butylmethacrylat).

Baumann, Michael, Dipl.-Chem.:

Untersuchung der N-Oxyl-kontrollierten radikalischen Copolymerisation von Monomeren mit und ohne thermische Selbstinitiation.

Roland, Anja Ilse, Dipl.-Chem.:

Einsatz thermischer Methoden zur Untersuchung von Polymeren hergestellt durch N-Oxyl-kontrollierte radikalische Polymerisation.

Monenschein, Holger, Dipl.-Chem.:

Entwicklung und Einsatz von neuen immobilisierten Halogenat (I)-Komplexen und Untersuchungen zur Totalsynthese von Tonanzitolan.

Thormeier, Sabine, Dipl.-Chem.:

Biaryl-gestützte Borane: vielfältige Reagenzien in der organischen Synthese.

Köhler, Ulrich, Dipl.-Phys.:

Entwicklung eines Meßverfahrens (PIV) zur Untersuchung von Partikelbewegungen in wandnahen turbulenten Strömungen.

Matolo Itika, Ambrose Joseph, M.Sc.:

Fine grinding by impact in a new pin mill.

Witt, Mario, Dipl.-Ing.:

Schwingfestigkeit von Schweißverbindungen aus Stahl bei zusammengesetzter Betriebsbeanspruchung.

Kettler, Christian, Dipl.-Ing.:

Untersuchungen zum Laserstrahl- und Reibschweißen von Magnesiumlegierungen.

Decker, Josef, Dipl.-Phys.:

Nachhaltigkeit im Verkehrsbereich durch netzgestützte kooperative Planungs- und Entscheidungsunterstützung.

Große, Andreas, Dipl.-Ing.:

Interdisziplinäre Werkstoffauswahl durch Aufbau eines Material Data Mart.

Kedenburg, Claus-Christian, Dipl.-Ing.:

Untersuchung zur Einstellung von superplastischen Eigenschaften in Magnesiumbasis-Legierungen.

Pötter, Kurt, Dipl.-Ing.:

Lebensdauerabschätzung ein- und mehrachsig schwingend beanspruchter Bauteile.

Heimannsfeld, Klaus, Dipl.-Inf.:

Modellbasierte Anforderungen – von Dokumenten zu Modellen.

Reinhold, Markus, Dipl.-Ing.:

Modellierung, Simulation und experimentelle Untersuchung eines Sprühtrockners mit simultaner chemischer Reaktion in der dispersen Phase.

Fahlbusch, Martin, Dipl.-Ing.:

Einführung und erste Einsätze von Virtual Reality-Systemen in der Fabrikplanung.

Heidenreich, Claudia, Dipl.-Ing.:

Intensivierung der Flotation durch Zentrifugalkraftfeld und Ultraschall.

Limbeck, Uwe, Dipl.-Ing.:

Einsatzmöglichkeiten einer Polymermembran bei der

Cyclisierung von 1,4-Butandiol zu Tetrahydrofuran und Wasser.

Pfeiffer, Jens, Dipl.-Ing.:

Neue Regelungskonzepte für hydraulische Schwingungsprüfstände.

Wille, Christian, Dipl.-Ing.:

Entwicklung und Charakterisierung eines Mikrofallfilm-Reaktors für stofftransportlimitierte, hoch-exotherme Gas/flüssig-Reaktionen.

Mupende, Ilaka, Dipl.-Ing.:

Beanspruchungs- und Verformungsverhalten des Systems Trommelmantel-Bordscheiben bei mehrlagig bewickelten Seiltrommeln unter elastischem und teilplastischem Werkstoffverhalten.

Hamelmann, Roland, Dipl.-Ing.:

Kontinuierliche Herstellung von Gasdiffusions-elektroden.

Mittler, Guido, Dipl.-Math.:

Modellgestützte Regelung der Entschwefelung von Abgasen im Niedertemperaturbereich.

Ostermann, Arne Daniel, Dipl.-Ing.:

Neue Ansätze zur gesamtheitlichen Fabriksimulation – Modellkonzept und wissensbasierte Abstraktion.

Löning, Silke, Dipl.-Ing.:

Anwendung reaktiver und nicht reaktiver Trennprozesse auf komplexe Mehrstoffsysteme am Beispiel der Rückgewinnung von Wertstoffen aus Lösungsmittelgemischen.

Garzke, Martin, Dipl.-Ing.:

Auslegung innenhochdruckgefügter Preßverbindungen unter Drehmomentbelastung.

Heider, Gunther, Dipl.-Ing.:

Konstruktive Gestaltung von Steuerungen für Hochleistungs-kolbendampfmaschinen.

Wyrwoll, Alexander, Dipl.-Ing.:

Entwicklung einer Methode zur Integration der Kunden in die frühen Phasen des Produktentstehungsprozesses am Beispiel der Automobilindustrie: CID – Customer Integration Deployment.

Altwickler, Carsten, Dipl.-Ing.:

Entwicklung und Charakterisierung einer monolithischen Säule für schnelle chromatographische Applikationen und die polymerphasengebundene Katalyse und Synthese.

Groß, Marcel, Dipl.-Ing.:

Hartbearbeitung von WC-CO-Hartmetallen durch Ultraschallschwinglappen.

Anzeige

Beck / Brandt / Salander (Hrsg.) Handbuch Energiemanagement Wirtschaft – Recht – Technik

Soeben ist das Handbuch, das sich an Energienutzer in Verkehr und Industrie sowie an Energieversorgungsunternehmen, Ingenieure, Behörden und Kommunen wendet, erschienen. Es bietet Hilfestellung beim Sparen von Geld und Energie, wobei der Informations- und Nutzungsaspekt im Vordergrund steht.

Das Werk besteht aus Beiträgen zu den Themen:

Energiressourcen • Rahmenbedingungen für den Umgang mit Energie • Energiepolitik • Energiewirtschaft • Energierecht • Energieveredelung • Energieverteilung und -speicherung • Energieanwendung • Energiemanagement und -planung • Energieinformatik

Außerdem wird das Werk die juristischen Grundlagen in Form von Vorschriften, Rechtsprechung und Arbeitshilfen/Materialien enthalten.

Loseblattausgabe in 1 Ordner. Das Werk wird nach Bedarf aktualisiert. DM 184, –
ca. öS 1.314,– / ca. sFr 160,–
ISBN 3-8114-2841-1

Herausgegeben von Prorektor und Institutsdirektor Prof. Dr.-Ing. Hans-Peter Beck, Institut für Elektrische Energietechnik, TU Clausthal, Prof. Dr. jur. Dipl. - Pol. Edmund Brandt, Fachbereich Umweltwissenschaften, Universität Lüneburg und Prof. Dr. rer. nat. Carsten Salander, TU Clausthal.

C.F. Müller Verlag
Im Weiher 10
69121 Heidelberg
Tel. 0 62 21 / 4 89 - 4 59
Fax 0 62 21 / 4 89 - 5 29



C.F. Müller
Hüthig